



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA**
UNAN - MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM-Estelí

Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto usando tecnología de microcontroladores en un deshidratador solar de hortalizas para la institución MEFCCA ESTELÍ, segundo semestre 2020.

Trabajo Monográfico para optar

al grado de

Ingeniero en Ciencias de la Computación

Autores:

Ariel Francisco López Molina

Eliezer Alejandro Ponce Falcón

Hamil Galileo Aguilar Laguna

Carrera:

Ingeniería en Ciencias de la Computación

Tutor:

Msc. Manuel de Jesús Rivas Chavarria

Estelí, 04 de febrero 2021



Agradecimientos y Dedicatorias:

Ariel Francisco López Molina:

Primeramente, agradecer a Dios, por permitirme culminar estos cinco años de mi carrera universitaria, por darme la sabiduría y entendimiento en cada una de las etapas que lleve a cabo en esta alma mater.

A mi mamá Carla Molina y a cada uno de los miembros de mi familia, por su apoyo incondicional en todo momento para poder profesionalizarme en esta universidad como Ingeniero en Ciencias de la Computación.

Hacer un agradecimiento especial a los trabajadores de todas las áreas pertenecientes a la universidad, de quienes aprendí valores importantes para mi vida profesional y cotidiana, a los maestros que conocí a lo largo de mi formación, por el gran apoyo y motivación para ser mejor y destacar día a día.

A las autoridades por su acompañamiento y buena administración, creando espacios idóneos para el fortalecimiento y aprendizaje, promoviendo la investigación desde diferentes ámbitos, incluyendo la innovación para aportar al avance y desarrollo de nuestra comunidad universitaria

A nuestro tutor y maestro durante mi carrera MSc. Manuel Rivas, quien siempre brindo su apoyo incondicional en todo momento, motivándonos cada día desde diferentes espacios, a ser profesionales que aporten al desarrollo de nuestro país desde lo investigativo e innovador con enfoque social, tecnológico entre otros.

Al movimiento estudiantil UNEN FAREM-Estelí, quienes siempre me brindaron su apoyo desde que inicie a formar parte de esta casa de estudios superiores.

Eliezer Alejandro Ponce Falcon:

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres: Donald José Ponce Dávila y Sandra Falcon Espinoza

Por haberme apoyado en todo momento sin importar las circunstancias, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis maestros.

A nuestro tutor MSc. Manuel Rivas por el gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional y finalmente a todos y cada uno de los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario.

A la Universidad UNAN-MANAGUA FAREM-ESTELI

A nuestra Facultad por brindarnos todo su apoyo en las diferentes áreas que esta posee, e impulsarnos a ser mejores cada día.

Al movimiento estudiantil UNEN FAREM-Estelí, quienes siempre me brindaron su apoyo en las diferentes circunstancias presentes y necesarias para nuestra formación profesional.

Hamil Galileo Aguilar Laguna:

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi familia.

A mi madre: Esmilda Laguna Gutiérrez, a mi hermana Arellys Deyanira Velásquez Laguna, a mi tía: Milena del Socorro Laguna Gutiérrez por ser los principales promotores de mi sueño, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Tutor y Docentes.

Agradezco a todos los docentes que a través de estos años me fueron brindando su ayuda y su apoyo a través de sus valiosos consejos y conocimientos para mi desarrollo y así poder cumplir mi sueño.

Agradecemos a la Universidad UNAN-Managua FAREM-Estelí, y al master en computación con énfasis en sistemas Informáticos Manuel Rivas por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, tutor de nuestro proyecto de investigación quien nos ha guiado con su paciencia y su rectitud como docente.

**CARTA AVAL DEL TUTOR
DE TESIS DE LOS BACHILLERES**

**ARIEL FRANCISCO LÓPEZ MOLINA
ELIEZER ALEJANDRO PONCE FALCÓN
HAMIL GALILEO AGUILAR LAGUNA**

Por este medio, hago constar que el informe final de tesis titulado **“Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto usando tecnología de microprocesadores en un deshidratador solar de hortalizas para la institución MEFCCA ESTELÍ, segundo semestre 2020”**, elaborado por el *Br. ARIEL FRANCISCO LÓPEZ MOLINA, Br. ELIEZER ALEJANDRO PONCE FALCÓN y Br. HAMIL GALILEO AGUILAR LAGUNA*, tiene la coherencia consistente, así como los criterios técnicos suficientes, cumpliendo de esta manera con los parámetros de calidad necesarios para su defensa final, como requisito parcial para **optar al grado de Ingeniero en Ciencias de la Computación,** que otorga la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, FAREM Estelí, de la UNAN-Managua.

Se extiende la presente constancia, en la ciudad de Estelí, con fecha 01 del mes de febrero del año dos mil veintiuno.

Atentamente,



MSc. Manuel de Jesús Rivas Chavarría
Docente titular
UNAN, Managua – FAREM, Estelí



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!

2021
ESPERANZAS
VICTORIOSAS!
TODO CON AMOR!

CONSTANCIA

La suscrita delegada departamental del Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa, delegación Estelí, según Acuerdo Ministerial N°012-2016, hace constar que:

El joven **ARIEL FRANCISCO LÓPEZ MOLINA** identificado con cédula nicaragüense N.º 161-010899-1002F, estudiante de la carrera de Ingeniería En Ciencias de la Computación, de la Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-ESTELÍ, realizó su trabajo de Tesis con Título "**Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto usando Tecnología de microcontroladores en un deshidratador solar de hortalizas para la Institución MEFCCA-ESTELÍ, segundo semestre 2020**". Con el objetivo de ofertar alternativas de tecnologías que faciliten la prolongación de la vida útil de la cebolla, producida por pequeños y medianos productores en Nicaragua.

Cabe mencionar que lo novedoso de este deshidratador es el uso de microcontroladores que facilitaba el monitoreo y seguimiento del proceso, con el uso remoto desde un dispositivo móvil a cualquier distancia, siendo una alternativa accesible para nuestros pequeños productores.

En fe de lo anterior y a solicitud de la parte interesada, se extiende la presente constancia en la ciudad de Estelí, a los dieciséis días del mes de febrero del año dos mil veintiuno.

Vamos Adelante!
CON AMOR
ESPERANZA
Y ALEGRÍA!

Luz María Torres Sánchez
Delegada Departamental
MEFCCA Estelí



FE,
FAMILIA
Y COMUNIDAD!

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!
MINISTERIO DE ECONOMIA FAMILIAR, COMUNITARIA, COOPERATIVA Y ASOCIATIVA

Dirección Almacén Sony 75 vrs al oeste teléfono 2298-0242



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

2021
ESPERANZAS
VICTORIOSAS!
TODO CON AMOR!

CONSTANCIA

La suscrita delegada departamental del Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa, delegación Estelí, según Acuerdo Ministerial N°012-2016, hace constar que:

El joven **ELIEZER ALEJANDRO PONCE FALCÓN** identificado con cédula nicaragüense N.° 161-070798-0001E, estudiante de la carrera de Ingeniería En Ciencias de la Computación, de la Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-ESTELÍ, realizó su trabajo de Tesis con Título "**Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto usando Tecnología de microcontroladores en un deshidratador solar de hortalizas para la Institución MEFCCA-ESTELÍ, segundo semestre 2020**". Con el objetivo de ofertar alternativas de tecnologías que faciliten la prolongación de la vida útil de la cebolla, producida por pequeños y medianos productores en Nicaragua.

Cabe mencionar que lo novedoso de este deshidratador es el uso de microcontroladores que facilitaba el monitoreo y seguimiento del proceso, con el uso remoto desde un dispositivo móvil a cualquier distancia, siendo una alternativa accesible para nuestros pequeños productores.

En fe de lo anterior y a solicitud de la parte interesada, se extiende la presente constancia en la ciudad de Estelí, a los dieciséis días del mes de febrero del año dos mil veintiuno.

Vamos Adelante!
CON AMOR
ESPERANZAS
Y ALEGRÍA.


Luz María Torres Sánchez
Delegada Departamental
MEFCCA Estelí




FE,
FAMILIA
Y COMUNIDAD!

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

MINISTERIO DE ECONOMIA FAMILIAR, COMUNITARIA, COOPERATIVA Y ASOCIATIVA

Dirección Almacén Sony 75 vrs al oeste teléfono 2298-0242



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional

El Pueblo, Presidente!

2021
ESPERANZAS
VICTORIOSAS!
TODO CON AMOR!

CONSTANCIA

La suscrita delegada departamental del Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa, delegación Estelí, según Acuerdo Ministerial N°012-2016, hace constar que:

El joven **HAMIL GALILEO AGUILAR LAGUNA** identificado con cédula nicaragüense N.° 161-250398-0000R, estudiante de la carrera de Ingeniería En Ciencias de la Computación, de la Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-ESTELÍ, realizó su trabajo de Tesis con Título **"Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto usando Tecnología de microcontroladores en un deshidratador solar de hortalizas para la Institución MEFCCA-ESTELÍ, segundo semestre 2020"**. Con el objetivo de ofertar alternativas de tecnologías que faciliten la prolongación de la vida útil de la cebolla, producida por pequeños y medianos productores en Nicaragua.

Cabe mencionar que lo novedoso de este deshidratador es el uso de microcontroladores que facilitaba el monitoreo y seguimiento del proceso, con el uso remoto desde un dispositivo móvil a cualquier distancia, siendo una alternativa accesible para nuestros pequeños productores.

En fe de lo anterior y a solicitud de la parte interesada, se extiende la presente constancia en la ciudad de Estelí, a los dieciséis días del mes de febrero del año dos mil veintiuno.

Adelante!
CON AMOR,
ESPERANZAS
Y ALEGRÍA!

Luz María Torres Sánchez
Delegada Departamental
MEFCCA Estelí



CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

MINISTERIO DE ECONOMIA FAMILIAR, COMUNITARIA, COOPERATIVA Y ASOCIATIVA

Dirección Almacén Sony 75 vrs al oeste teléfono 2298-0242

Resumen

Este proyecto pertenece a la línea de investigación de microcontroladores, su título es Implantación de un Sistema de Control y Monitoreo Remoto en un deshidratador solar de hortalizas, con el propósito de evitar pérdidas y extender su vida útil, conservando su valor y obteniendo diferentes beneficios adicionales como la derivación de distintos productos deshidratados. El sistema satisface muchas necesidades al encargarse del proceso de monitoreo de la información, y la calidad del proceso de deshidratación al controlar variables físicas presentes en un deshidratador solar indirecto manipulando el flujo de aire a través de una compuerta que a su vez es controlada por un servomotor el cual depende de la temperatura que es medida a través de sensores de humedad relativa y temperatura. La automatización fue construida desde cero utilizando tecnología Arduino un microcontrolador que fue programado para manejar una serie de sensores que proveen la información y a su vez generan la acción requerida, esta puede ser visualizada mediante una aplicación que se conecta directamente al sistema mediante bluetooth. Sin dejar de lado las áreas relevantes asociadas a las ciencias de la computación que en primera instancia podrían parecer no tener relación alguna tal como lo es las energías renovables y como se cruzan con lo que busca este proyecto. Se destaca lo que en primera instancia podría interpretarse como áreas fuera de la informática, pero se resalta que como su nombre lo indica las ciencias de la computación, se extiende a puntos que antes no se visualizaron como la agroindustria desde la perspectiva informática.

Palabras claves: control, automatización, temperatura, humedad, microcontrolador, monitoreo, deshidratación, remoto.

Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
<i>Antecedentes Internacionales.....</i>	2
<i>Antecedentes Nacionales.....</i>	3
<i>Antecedentes Locales.....</i>	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.2.1 Preguntas problema.....	5
1.2.2 Preguntas Específicas.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
II. OBJETIVO GENERAL.....	7
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
III. MARCO TEÓRICO.....	8
3.1 CAPÍTULO I: PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE HORTALIZAS.....	8
3.1.1 Variables controlables.....	8
3.1.2 Método de conservación de Hortalizas.....	9
3.2 CAPITULO II: ENERGÍAS RENOVABLES.....	10
3.2.1 Energía Solar.....	10
3.2.2 Deshidratador Solar.....	10
3.2.3 Ventajas de aplicar energías renovables en la automatización de la deshidratación de hortalizas.....	13
3.3 CAPÍTULO III: MICROCONTROLADORES.....	14
3.3.1 Microcontrolador.....	14
3.3.2 Características en microcontroladores.....	14
3.3.3 Ventajas de un microcontrolador.....	15
3.3.4 Los microcontroladores hoy día.....	16
3.3.5 Aplicación de los microcontroladores.....	16
3.3.6 Programación de microcontroladores.....	17
3.4 CAPÍTULO IV: TECNOLOGÍA ARDUINO.....	18
3.4.1 ¿Qué es la tecnología Arduino?.....	18
3.4.2 ¿Como funciona Arduino?.....	19

3.4.3 Como se relaciona Arduino con esta investigación.....	19
3.5 HARDWARE	20
3.5.1 Placa Microcontroladora Arduino Uno	20
3.5.2 Sensor DHT11	21
3.5.3 Servomotor	22
3.5.4 Módulo lector de memoria SD.....	22
3.5.5 Módulo Bluetooth HC-06.....	23
3.6 CAPÍTULO V: SOFTWARE	24
3.6.1 Arduino IDE	24
3.6.2 Lenguaje C++	25
3.6.3 Aplicación Móvil	25
3.6.4 Java	26
3.6.5 MIT App Inventor	26
3.7 CAPÍTULO VI: SCRUM.....	28
3.7.1 Roles en Scrum	28
3.7.2 Etapas del SCRUM.....	29
IV. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
V. DISEÑO METODOLOGICO	32
5.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
5.2 TIPO DE ESTUDIO	32
5.3 ALCANCE	33
5.4 UNIDAD DE ANÁLISIS	33
5.5 INFORMANTES CLAVES	33
5.6 MÉTODO	33
5.7 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	34
5.7.1 Validación de los instrumentos	34
5.8 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	34
5.9 PLAN DE ANÁLISIS.....	35
5.10 FASES DE DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL	35
VI. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36

6.1 CARACTERIZAR EL PROCESO DE CONSERVACIÓN Y DURABILIDAD DE LAS HORTALIZAS MEDIANTE LA DESHIDRATACIÓN.	36
6.2 DESARROLLAR UN SISTEMA CONTROLADOR DE UN DESHIDRATADOR SOLAR PARA LA RECEPCIÓN Y VISUALIZACIÓN DE DATOS DE MANERA REMOTA (METODOLOGÍA SCRUM).	41
6.3 VALIDAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN EL DESHIDRATADOR DE HORTALIZAS EN CUANTO A SUS REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y LA APLICACIÓN DE MONITOREO EN CUANTO A USABILIDAD, ACCESIBILIDAD Y FUNCIONALIDAD.	54
VII. CONCLUSIONES.....	57
VIII. RECOMENDACIONES	59
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	60
X. ANEXOS.....	66

Tabla de Ilustraciones

<i>Figura 1. Modelo de deshidratador solar indirecto</i>	11
<i>Figura 2. Modelo de deshidratador Solar Activo o Directo</i>	12
<i>Figura 3. Arquitectura VonNewmann de un Microcontrolador</i>	14
<i>Figura 4. Arquitectura de un Microcontrolador</i>	16
<i>Figura 5. Ejemplo de Lenguaje ensamblador</i>	17
<i>Figura 6. Ejemplo Lenguaje de alto nivel a lenguaje de maquina</i>	18
<i>Figura 7. Microcontrolador Arduino UNO</i>	21
<i>Figura 8. Sensor de Humedad y Temperatura DTH11</i>	21
<i>Figura 9. Modelo de Servomotor</i>	22
<i>Figura 10. Modulo lector de Memoria MicroSD</i>	23
<i>Figura 11. Modulo de Bluetooth HC-06</i>	24
<i>Figura 12. Estructura de programación Arduino IDE</i>	25
<i>Figura 13. Scrum Meeting</i>	36
<i>Figura 14. Revisión del proceso de deshidratación manual.</i>	39
<i>Figura 15. Primer plano del sistema automatizado</i>	43
<i>Figura 16. Primer prototipo del sistema simulado</i>	44
<i>Figura 17. Primer Prototipo con pantalla LED</i>	45
<i>Figura 18. Primera Prueba con Servomotores</i>	46
<i>Figura 19. Datos en tiempo real a través de pantalla LCD</i>	47
<i>Figura 20. Sección de código App Inventor</i>	48
<i>Figura 21. Primer Prototipo de aplicación móvil</i>	49
<i>Figura 22. Modulo lector de memorias microSD</i>	50
<i>Figura 23. Gráfico de datos almacenados en microSD</i>	51
<i>Figura 24. Primera pantalla con diseño de app móvil</i>	51
<i>Figura 25. instalación de código a placa Arduino UNO</i>	71
<i>Figura 26. Instalación de sistema en el deshidratador de hortalizas</i>	71
<i>Figura 27. Diagrama de conexión del sistema</i>	74
<i>Tabla 1 Cronograma de Actividades primer semestre 2020</i>	66
<i>Tabla 2 Cronograma de Actividades segundo semestre 2020</i>	66
<i>Tabla 3 Guía de Entrevista 1</i>	67
<i>Tabla 4 Guía de Entrevista 2</i>	68
<i>Tabla 5 Presupuesto del proyecto</i>	73

I. Introducción.

Nicaragua un país reconocido por ser productor y exportador de hortalizas, pero cada producción depende del clima de la zona, lo cual hoy en día va de la mano de la tecnología con sistemas que nos ayudan a controlar los sucesos en los que se depende del clima natural de la zona.

No obstante, existen problemas dentro de este sector muchos de ellos proceden de plagas y otros de contaminación, esta investigación se centra en el problema basado en la rápida descomposición de las hortalizas, ya que esto causa grandes pérdidas en sectores donde la acumulación de humedad, acompañado de la proliferación de bacterias causa estos problemas.

Este proyecto se realizó en la ciudad de Estelí, cuyos sectores aledaños son productores de hortalizas y se tuvo como propósito la implantación de un sistema de control y monitoreo en un deshidratador solar tradicional y de esta manera controlar las variables necesarias para la obtención de información y manejo del mismo.

El sistema que se implanto funciona mediante un sistema de microcontrolador el cual maneja sensores, motores y compuertas que medirán temperaturas de distintas partes en el deshidratador de esta manera saber el estado de las hortalizas y determinar si requieren más o menos temperatura.

El sistema cuenta con la posibilidad de tener un monitoreo remoto en un área que se extiende hasta 15 metros alrededor dispositivo.

1.1 Antecedentes.

En consultas realizadas mediante internet y visitas realizadas a la biblioteca “Urania Zelaya” de la Facultad se encontraron Investigaciones relacionadas con el tema en estudio, a nivel internacional se encontraron cinco, a nivel nacional cuatro y a nivel local específicamente en la FAREM Estelí uno.

Antecedentes Internacionales

El primer trabajo es de carácter internacional siendo en este caso Betanzos J. y López L. (2015) nos presentan un proyecto titulado como “Desarrollo electrónico con dispositivos móviles aplicado a la iluminación y control de accesos ” el objetivo general de este proyecto es “Desarrollar un sistema electrónico aplicado al control de accesos y luminarias basado en la utilización de hardware y software libre de bajo costo que permita mejorar la calidad de vida, seguridad e independencia de las personas con discapacidad motriz inferior”.

El segundo proyecto también de carácter internacional Lledó Sánchez E. (2012) nos presenta su proyecto el cual se titula “Diseño de un sistema de control domótico basado en la plataforma Arduino” cuyo objetivo es “crear un sistema domótico simple utilizando las placas de bajo costo Arduino y otros dispositivos, como sensores, actuadores y comunicadores ” y cuya conclusión determina las infinitas posibilidades de aprendizaje y así mismo de la tecnología que nos rodea a bajo costo demostrando la posibilidad y factibilidad del proyecto.

Antecedentes Nacionales.

Entre los estudios de carácter nacional se describen los siguientes:

En la UNAN-MANAGUA los autores Hernández C. y Dávila A. (2019) realizaron una investigación cuyo título es “Kit robótico educativo a beneficio de niños y niñas de 5 años de preescolar del Centro Escolar de Primaria Público Las Jagüitas” y su objetivo general es “Implementar un kit robótico educativo a beneficio de niños y niñas de 5 años de preescolar del Centro Escolar de Primaria Público Las Jagüitas”.

El segundo proyecto de carácter nacional el autor Bustos D. (2017) realizó la investigación de “Propuesta de un Sistema de Control y Automatización con Administración Remota a través de un Smartphone Android para el riego del cultivo de lechuga en la finca Los Almendros del departamento de Jinotega en el año 2017.” Y cuyo objetivo general es “Diseñar un sistema de control y automatización con administración remota a través de un Smartphone Android para el riego del cultivo de lechuga.”

Un tercer trabajo realizado por Obando E. y Ortiz G. (2017) tiene el título de “Desarrollo De Un Sistema De Monitoreo De Parámetros Ambientales De Humedad Relativa, Temperatura, Presión Atmosférica Absoluta, Radiación Solar; Por Radio Frecuencia De Uso Como Fuente De Referencia A Nivel Nacional En La Unan-Managua.” Cuyo objetivo general es “Desarrollar los módulos de transmisión y recepción para el monitoreo de información de parámetros ambientales en la UNAN-Managua.”

Un cuarto trabajo realizado por los autores Mendoza B. y Oporta N. (2017) presentan una investigación con el título de “Prototipo De Un Sistema Automatizado Para El Secado De Madera En La “Corporación Intermunicipal Para El Desarrollo Local (Cidel) En El Municipio De Catarina-Masaya”, Agosto2016-mayo 2017.” Y cuyo objetivo general es el crear un “Prototipo de sistema automatizado con Arduino para el secado de la madera en la Corporación Intermunicipal para el Desarrollo Local (CIDEL) de Catarina, Masaya.”

Antecedentes Locales

La Facultad cuenta con una investigación realizada por Teran S., Cruz L. y Guevara D. (2017) la cual lleva por título “Proyecto instalación de un Sistema Solar Térmico para la producción de agua caliente sanitaria en el edificio de deportes UNAN-FAREM-ESTELÍ para uso didáctico en la carrera de Ingeniería en Energías Renovables” la cual tiene como objetivo principal es “Instalar un Sistema Solar Térmico para la producción de agua caliente sanitaria en el edificio de deportes para uso didáctico en la carrera de Ingeniería en Energías Renovables y para confort de los deportistas de judo en UNAN-FAREM-ESTELÍ en el periodo II semestre 2016.”

Los antecedentes antes mencionados, aportan al conocimiento sobre la línea de investigación de este documento, la cual es sobre microcontroladores. Fortalecieron de igual manera conocimientos en el área de aplicaciones móviles, como medio para controlar sistemas que fueron creados con el fin de automatizar procesos en diferentes áreas tales como educativas, agrícolas, industriales, entre otras.

Arduino es un tema poco implementado en nuestro país, lo cual es una razón para investigar profundamente sobre las diferentes maneras en las que se puede aplicar aplicar su funcionamiento y aportando de esta manera al avance científico y tecnológico como se hizo desde esta investigación aplicada.

La infraestructura de los deshidratadores solares está compuesta por dos elementos básicos: el colector, donde el aire calienta, y la recámara de secado, donde el producto es deshidratado, por lo antes mencionado la implementación de un sistema de control y monitoreo remoto usando tecnología de microcontroladores, le da un valor agregado al deshidratador, aportando a tener una mejor experiencia para los agricultores, apuntando a tener productos de mejor calidad y de igual manera se posiciona como una investigación más, que aporta y motiva a hacer uso de tecnología de microcontroladores para la automatización de procesos a nivel local, nacional e internacional, demostrando avances investigativos y tecnológicos que apuntan a tener un mejor desarrollo al país.

1.2 Planteamiento del problema.

La pérdida de hortalizas por descomposición es un problema que afecta a la zona norte del país, problemática planteada a través de un representante del Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa de Nicaragua – MEFCCA, lo que nos lleva a la búsqueda de una solución basada en un método de conservación de las mismas.

Los métodos de conservación naturales, son poco eficientes ya que sus variables cambian en relación al clima de las distintas zonas donde se produce, y los métodos artificiales representan una fuerte inversión en infraestructura y consumo energético del mismo lo que provocaría la elevación de los precios en los productos generando la inconformidad de la población o en caso contrario la disminución del mismo lo que provocaría pérdidas del lado de los productores.

Actualmente existen tecnologías de bajo costo y con un alto margen de aplicabilidad en distintas áreas de desarrollo del país por lo que a raíz de la problemática planteada surgió la necesidad de mejora en los métodos de conservación naturales.

El principal método natural de conservación utilizado por los productores es la deshidratación, pero este método, mal aplicado genera nuevas pérdidas al no contar con valores medidos que indiquen cuando detener o continuar el proceso según se requiera.

1.2.1 Preguntas problema.

1.2.1.1 Pregunta General

¿Como se puede implantar un sistema de control y monitoreo remoto en un deshidratador de hortalizas?

1.2.2 Preguntas Especificas

¿Cuáles son los conocimientos necesarios a cerca del proceso de deshidratación de hortalizas para el desarrollo de un sistema automatizado?

¿Qué componentes se deben incluir en el sistema de control y monitoreo de un deshidratador solar?

¿Cómo se puede validar el sistema de control y monitoreo de un deshidratador solar?

1.3 Justificación.

La agricultura de Nicaragua es una de las principales fuentes de ingresos para la economía nacional, requiriendo así cada vez de procesos con mejores resultados y facilidades de conservación de los productos, y como estudiantes de ingeniería en ciencias de la computación, tratando de impulsar al país a un desarrollo sostenible mediante soluciones accesibles.

El Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa de Nicaragua – MEFCCA con sede en Estelí, realiza estudios sobre el comportamiento comercial y procesos llevados a cabo en conservación de las hortalizas de las cuales se registran pérdidas por exceso de producción y mal manejo en los procesos de conservación, periódicamente solicitan a los productores asociados a la institución reportes de la producción y las pérdidas, los datos proporcionados por los agricultores tienden a tener variaciones en las distintas zonas aun cuando se aplican los mismos métodos de conservación por lo que solicitan una solución.

En el desarrollo de esta investigación se pretende la implementación de un sistema de monitoreo y control en un proceso de conservación de hortalizas por lo que se plantea la mejora en los estudios por parte de la institución al tener datos más fieles y a su vez un mejor control de los procesos realizados por los agricultores.

Este proyecto beneficia a todas las áreas presentes, como beneficiarios principales se encuentran el MEFCCA y los productores asociación a esta empresa al satisfacer necesidades de ambas partes, a su vez la Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-Estelí es beneficiada, esta investigación funciona como una inspiración a futuros estudiantes para realizar mejoras al mismo a su vez de tenerlo como método de aprendizaje, donde resalta la multidisciplinariedad.

II. Objetivo General

Implantar un Sistema de Control y Monitoreo Remoto usando tecnología de microcontroladores en un deshidratador solar de hortalizas para la institución MEFCCA ESTELÍ, segundo semestre 2020.

2.1 Objetivos específicos.

- Caracterizar el proceso de conservación y durabilidad de las hortalizas mediante la deshidratación.
- Desarrollar un sistema controlador de un deshidratador solar para la recepción y visualización de datos de manera remota.
- Validar el funcionamiento del sistema en el deshidratador de hortalizas en cuanto a sus requerimientos funcionales y la aplicación móvil de monitoreo en cuanto a usabilidad, accesibilidad y funcionalidad.

III. Marco Teórico

3.1 Capítulo I: Proceso de Transformación de Hortalizas.

Sobre la deshidratación de hortalizas menciona Fito P (2001) citado en Saiz J. (2017, pág. 25) lo siguiente “La deshidratación consiste en eliminar parcial o totalmente el agua contenida en las sustancias”.

Esto en si es un proceso químico y físico el cual depende de muchos factores ambientales en caso de ser natural el proceso, esta investigación busca tener control de esos factores facilitando y agilizando el proceso como tal.

3.1.1 Variables controlables.

Como todo proceso de transformación de la materia conocida existen factores que gracias a los avances tecnológicos se puede medir, entre ellos destacan:

- Humedad Relativa
- Temperatura Interna y e externa

Los autores Tejeda A., Méndez I., Rodríguez N. y Tejeda E. (2018) nos dicen que “La humedad relativa a diferencia de la absoluta o de la específica no estipula el contenido de vapor de agua por unidad de masa o volumen, simplemente indica el porcentaje de vapor disuelto en un volumen de aire” (pág. 36), también definen que “Temperatura es una magnitud que refleja el nivel térmico de un cuerpo; es decir, su capacidad para ceder o perder energía calorífica e indica en qué sentido fluye el calor: de mayor a menor temperatura” (pág. 24)

Estas variables las cuales podrían considerarse como climáticas convergen dentro del deshidratador y serán controladas, es decir aumentara o disminuirá su proporción en relación a los datos obtenidos mediante los sensores que se incorporaron en el sistema esto se denomina como un método de conservación bajo atmosferas controladas en hortalizas.

3.1.2 Método de conservación de Hortalizas.

La tecnología avanza constante mente y con ella los métodos de conservación también, existen métodos modernos e industriales que realizan este proceso, pero teniendo en cuenta que algunos tienen más desventajas que ventajas como podría ser alto costo de adquisición, alto consumo energético etc. Esta investigación plantea una combinación de un método natural de conservación con un proceso de automatización para obtener el mejor provecho de ambos.

3.1.2.1 Secado

El proceso de secado de hortalizas utilizado en esta investigación es el secado convectivo con aire caliente, según la autora Medina C. (2015) el secado “consiste en la remoción del agua mediante la aplicación de un flujo de aire a cierta temperatura y velocidad usado principalmente para productos sólidos como frutas y hortalizas.” (pág. 26).

El secado tiene por objeto reducir el contenido en agua del producto hasta un nivel que sea insuficiente para la actividad de las enzimas o el crecimiento de los microorganismos.

El nivel crítico se sitúa entre el 10 y el 15 por ciento de humedad, según el producto de que se trate. Si se le quita demasiada agua, el producto se vuelve quebradizo y se rompe fácilmente.

El producto puede secarse por calor solar o artificial. El secado solar resulta barato, pero no se puede controlar tan fácilmente como la deshidratación por medios más complejos. Los deshidratadores solares facilitan el proceso de secado mediante una estructura específica para almacenar calor y optimizar el proceso natural de secado, aunque aún imperfecto resulta más eficiente que el secado normal.

3.2 Capítulo II: Energías Renovables.

Las fuentes de energía renovables son aquéllas que proceden del flujo de energía que recibe continuamente la Tierra, y que tiene su origen en el Sol, aunque en ciertos casos existe una cierta contribución de los campos gravitatorios terrestre y lunar, esto dicho por Jarabo F., Pérez F., Elortegui C., Fernandez N., y Macias J. (1998, pág. 29)

Muchas de estas energías se aprovechan de distintas maneras gracias a ciertos mecanismos desarrollados por las personas.

3.2.1 Energía Solar

“La energía procedente del Sol que atraviesa la atmósfera sin experimentar cambios sensibles, se denomina energía solar directa, siendo la que proporciona a los seres vivos luz y calor.” (Jarabo et al., 1998, pág. 29)

En esta investigación la energía solar consiste en el aprovechamiento de la radiación emitida por el sol, y obtener ciertos beneficios según se requiera, existen distintos instrumentos que aprovechan esta energía tal es el caso de los deshidratadores solares que la aprovechan para el secado de las hortalizas y extender su durabilidad.

3.2.2 Deshidratador Solar

La autora Medina C. (2015) nos dice la deshidratación solar consiste básicamente en la utilización de la energía proveniente de la radiación solar para la evaporación del agua contenida en el alimento. Hay dos mecanismos básicos de transferencia de materia, la migración de la humedad desde el interior del producto a su superficie y la transferencia de la humedad desde la superficie hasta el aire circundante, en forma de vapor de agua (págs. 32-33).

Para la deshidratación es esencial la ventilación, ya que lo importante no es calentar el producto, sino eliminar su humedad. Este proceso es fácil pero delicado y requiere de cuidados y condiciones específicas para obtener un buen secado.

Tipos de Secadores Solares

Los secadores solares constan de dos elementos básicos: el colector, donde la radiación solar calienta el aire, y la cámara de secado, donde el producto es deshidratado por el aire que pasa.

Deshidratador solar pasivo o indirecto

Según Rodríguez D. y Bohórquez J. (2016, págs. 30-31), existen los deshidratadores Pasivos, Estos secadores operan usando totalmente fuentes de energía renovables, como la solar y la eólica, clasificándose en 3 grandes grupos.

- Deshidratadores Pasivos de tipo distribuido, también llamados deshidratadores indirectos pasivos, los cuales se componen de un colector que por medio de energía solar calienta el aire, de una cámara de secado y una chimenea.
- Deshidratadores Pasivos de tipo integral, se les conoce como deshidratadores directos pasivos, que cuentan con una cámara pintada de negro en su interior, aislada a sus costados y cubierto con un cristal o un techo que alcanza temperaturas entre 70° C y 100° C. Deshidratadores pasivos de tipo mixto, la cual combinan las características de los dos anteriormente mencionados para el proceso de deshidratación Rodríguez D. y Bohórquez J. (2016, págs. 30-31)



Figura 1. Modelo de deshidratador solar indirecto

Fuente: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/07/23/como-hacer-un-deshidratador-solar-paso-a-paso/>

Deshidratador solar activo o directo

Los autores Según Rodríguez D. y Bohórquez J. (2016, págs. 30-31) afirman que los deshidratadores activos se encuentran clasificados de la misma manera que los pasivos estos equipos requieren además de la energía solar, otras fuentes de energía no renovables, por lo general de electricidad, para la alimentación de los ventiladores que incrementan la velocidad del aire al interior del equipo o para la calefacción auxiliar.

- Deshidratadores activos de tipo distributivo: Consta de cuatro componentes: una cámara de secado, un colector solar, un ventilador y conductos para transferir el aire caliente desde el colector hacia el deshidratador.
- Deshidratadores activos de tipo integral: Son deshidratadores tipo invernadero que se construyen a gran escala, tienen techo transparente y se usan para el secado de madera. Otra variación de este tipo de deshidratadores es el de colector techo/pared, en el que este colector forma parte integral de la cubierta y/o de las paredes de la cámara de deshidratación.



Figura 2. Modelo de deshidratador Solar Activo o Directo

Fuente: <https://viaorganica.org/alimentos-deshidratados-al-sol/>

3.2.3 Ventajas de aplicar energías renovables en la automatización de la deshidratación de hortalizas.

Las principales ventajas residen en la reducción de pérdida de hortalizas por descomposición y el ahorro energético que las energías renovables producen estas resultan en que:

- Se evita el uso de combustibles o energía, disminuyendo la producción de gases de efecto invernadero y con ello, la contaminación y el cambio climático.
- Bajo coste de implementación y mantenimiento.
- Tecnología sencilla.

3.3 Capítulo III: Microcontroladores

3.3.1 Microcontrolador

“Es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna.” Angulo U. y Angulo M., (2003, pág. 1).

Un microcontrolador se define como un circuito integrado con capacidades limitadas de acuerdo al propósito de su fabricación y programación según el dispositivo o componente en el que se requiera instalar. Su principal función complementar a los demás componentes realizando procesos lógicos.

3.3.2 Características en microcontroladores.

Las características de estos componentes varían de modelo a modelo, pero se puede definir una estructura general en la que los siguientes modelos solo variarían su escala en relación a la base.

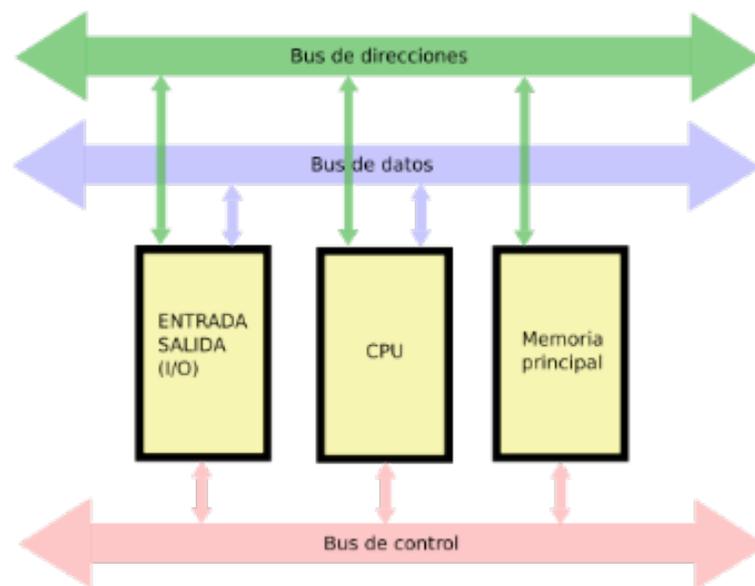


Figura 3. Arquitectura VonNewmann de un Microcontrolador

Fuente: Fuente: <https://elpuig.xeill.net/Members/vcarceler/c1/didactica/apuntes/ud2/na1>

Se compone de tres bloques enlazados por buses. Esta estructura corresponde a la organización de Von Neumann.

Los buses son de tres tipos dependiendo del tipo de información que transporten:

Bus de datos. Circulan los datos que llegan o salen del microcontrolador por la unidad de entradas-salidas, o los resultados parciales que la CPU lee o escribe en memoria. El bus de datos es bidireccional.

Bus de direcciones. Partiendo de la CPU, envía en todo momento la dirección de la posición de memoria o periférico donde se encuentra la instrucción o el dato que se debe procesar. El bus de direcciones es unidireccional.

Bus de control. Por el que el microcontrolador transmite y recibe señales que controlan el funcionamiento de todo el sistema.

(Sainz, 2000, págs. 6-7)

3.3.3 Ventajas de un microcontrolador

Estas ventajas son reconocidas inmediatamente para aquellas personas que han trabajado con los microprocesadores y después pasaron a trabajar con los microcontroladores. Estas son las diferencias más importantes: Por ejemplo la configuración mínima básica de un microprocesador estaba constituida por un Micro de 40 Pines, Una memoria RAM de 28 Pines, una memoria ROM de 28 Pines y un decodificador de direcciones de 18 pines, pero un microcontrolador incluye todo estos elementos en un solo Circuito Integrado por lo que implica una gran ventaja en varios factores: En el circuito impreso por su amplia simplificación de circuitería, el costo para un sistema basado en microcontrolador es mucho menor y, lo mejor de todo, el tiempo de desarrollo de su proyecto electrónico se disminuye considerablemente.

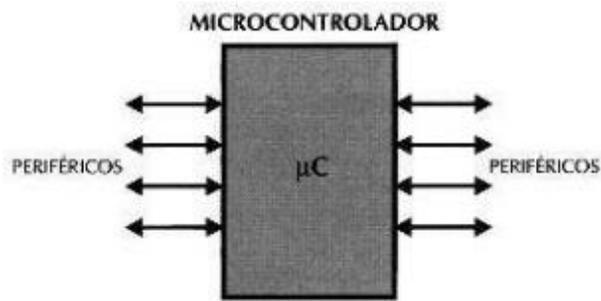


Figura 4. Arquitectura de un Microcontrolador

Fuente: <https://www.monografias.com/docs113/microcontroladores-pic/microcontroladores-pic.shtml>

3.3.4 Los microcontroladores hoy día

Los microcontroladores están conquistando el mundo. Están presentes en nuestro trabajo, en nuestra casa y en nuestra vida, en general. Se pueden encontrar controlando el funcionamiento de los ratones y teclados de los computadores, en los teléfonos, en los hornos microondas y los televisores de nuestro hogar. Pero la invasión acaba de comenzar y el nacimiento del siglo XXI será testigo de la conquista masiva de estos diminutos computadores, que gobernarán la mayor parte de los aparatos que se fabricaron y usan los humanos. Cada vez existen más productos que incorporan un microcontrolador con el propósito de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y coste, mejorar su durabilidad y disminuir el consumo.

3.3.5 Aplicación de los microcontroladores.

Los microcontroladores abarcan una amplia gama de aspectos de nuestras vidas cotidianas por no decir que está presente en cada uno de ellos cambiando día a día la manera en la que se percibe el mundo desde nuestros dispositivos móviles hasta nuestro reloj que cuenta con estos componentes, están presentes en todo, su aplicación se define como ilimitada la que todo lo que se pueda imaginar se puede programar y hacer posible con algunos de estos componentes.

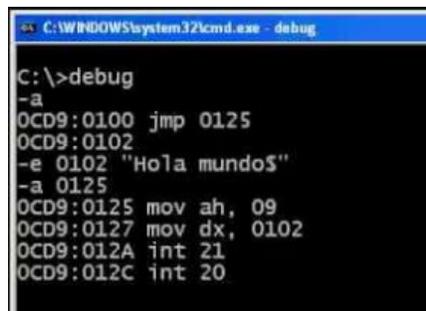
3.3.6 Programación de microcontroladores.

Antes de explicar como de da la programación en estos compontes se va a definir que es la programación en sí. Para empezar, se hablará sobre el termino lenguaje de programación.

Un lenguaje de programación es un lenguaje formal diseñado para realizar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras. Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana. Está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. Al proceso por el cual se escribe, se prueba, se depura, se compila (de ser necesario) y se mantiene el código fuente de un programa informático se le llama programación esto según el autor

Hay que aclarar que el lenguaje que entienden las maquinas en su trasfondo más profundo es el binario es decir 0 y 1 y la conversión a este lenguaje la realiza el mismo equipo, su procesador.

Entonces ¿Cómo es la programación en los microcontroladores? Estos componentes hacen uso del lenguaje conocido como Lenguaje ensamblador ¿en qué consiste este lenguaje?" Un lenguaje ensamblador consiste en uno o más segmentos para definir datos y almacenar instrucciones de maquina y un segmento llamado stack o pila que contiene direcciones almacenadas." Olarte L. (2018).



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - debug
C:\>debug
-a
0CD9:0100 jmp 0125
0CD9:0102
-e 0102 "Hola mundo$"
-a 0125
0CD9:0125 mov ah, 09
0CD9:0127 mov dx, 0102
0CD9:012A int 21
0CD9:012C int 20
```

Figura 5. Ejemplo de Lenguaje ensamblador

Fuente: <https://i.ytimg.com/vi/pDRmCzR845A/hqdefault.jpg>

Este es un hola mundo escrito en lenguaje ensamblador como pueden ver se maneja con direcciones como se mencionaba anteriormente lo que causa que el código sea demasiado extenso. Conforme a la evolución de los lenguajes estos cada vez son más simples de usar de tal manera que se adaptan la mayoría al idioma inglés y en un trasfondo son convertidos hasta llegar a lenguaje ensamblador que a su vez pasa a ser binario.

Otros lenguajes bajo los cuales pueden ser interpretados de tal manera que sea posible programar para microprocesadores en ellos son el C++ y Java.



Figura 6. Ejemplo Lenguaje de alto nivel a lenguaje de maquina

Fuente: <https://blog.makeitreal.camp/lenguajes-compilados-e-interpretados/>

3.4 Capítulo IV: Tecnología Arduino

3.4.1 ¿Qué es la tecnología Arduino?

Según Caicedo A. (2017) el proyecto se inició en el año 2005 en la ciudad de Ivrea, provincia de Turín, Italia, en el Instituto de Interactividad y Diseño, a partir de una idea de los profesores David Cuartielles y Massimo Banzi. El objetivo era crear una herramienta de hardware única que fuese fácilmente programable por usuarios no especializados en ordenadores y que no fuera muy cara, para el desarrollo de estructuras interactivas. A estos dos profesores se les unieron otros especialistas que crearon un entorno de desarrollo integrado, una herramienta de software que traduce un lenguaje de alto nivel a lenguaje máquina para que el Arduino lo

entienda. Todo el proyecto Arduino fue concebido según el principio open source. Este dice que cualquiera de sus programas es de dominio público, es decir, libres para copia, modificación y mejora por cualquier usuario (págs. 5-6)

Es una placa basada en un microcontrolador. Se compone de circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales se escriben con el lenguaje de programación que te permita el fabricante de la placa o los softwares compiladores que tengan soporte para el mismo

3.4.2 ¿Como funciona Arduino?

La manera en cómo esta tecnología funciona puede ser interpretada de muchas maneras por esto el cofundador de esta tecnología Massimo (2008) afirma que: La filosofía de Arduino se basa en hacer diseños en lugar de hablar de ellos. Es una búsqueda constante de formas más rápidas y potentes para construir mejores prototipos. Hemos explorado muchas técnicas de creación de prototipos y desarrollado formas de pensar con nuestras manos. (pág. 5)

Esto nos explica en si cual es el objetivo como tal de esta tecnología y nos encamina a una idea más clara de cómo podría funcionar. El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que se pueden utilizar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

3.4.3 Como se relaciona Arduino con esta investigación.

Arduino será el cerebro de esta investigación al ser una tecnología accesible de bajo coste en relación a sus capacidades y posibilidades como se menciona en el título de esta investigación.

3.5 Hardware

Según los autores Ocampo A. y Sánchez E. (2011), el hardware “Es el elemento físico de una computadora, es decir es la parte tangible como el CPU, los cables, etc.” (pág. 5)

Dicho esto, se aclara que el hardware no solo se limita a los componentes que se conocen de nuestros computadores, sino que cualquier dispositivo puede ser considerado como hardware en esta sección se abordaron los componentes utilizados en el proceso de desarrollo para el sistema de control de un deshidratador.

3.5.1 Placa Microcontroladora Arduino Uno

Como se expresa en el sitio (Arduino.cc, s.f.) Arduino Uno es una placa de microcontrolador basada en ATmega328P (hoja de datos). Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador cerámico de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a una computadora con un cable USB o enciéndalo con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar. Puede jugar con su Uno sin preocuparse demasiado por hacer algo mal, en el peor de los casos, puede reemplazar el chip por unos pocos dólares y empezar de nuevo.

En el caso de este sistema para deshidratador solar de hortalizas, se requiere monitorear la humedad relativa y temperatura en distintos puntos del diseño de este, además controlar una ventanilla para reducir el flujo de aire de lo externo a lo interno del deshidratador, se pretende de igual manera almacenar esos datos obtenidos para observar el comportamiento desde que la placa empieza a funcionar, y facilitar la creación de gráficos en Excel los cuales aportarán a un mejor estudio y de esta manera mejorar la eficiencia del proyecto, así como la conexión mediante bluetooth a una app móvil para el monitoreo en tiempo real, todo esto controlado desde esta placa.



Figura 7. Microcontrolador Arduino UNO

Fuente: https://www.hobbytronics.co.uk/image/cache/data/arduino/arduino_uno-500x500.jpg

3.5.2 Sensor DHT11

Con el sensor DHT11 existe una manera de obtener valores de dos variables muy importantes, las cuales son humedad y temperatura. Para utilizar este se debe programar en nuestro IDE de Arduino para poder obtener estos valores, con este elemento se puede capturar los valores en tiempo real de lo que está sucediendo en el ambiente que rodee en el deshidratador.

El autor Stuchi F. (2016) nos afirma que El sensor DHT11 se conecta a un pequeño microcontrolador de 8 bits de capacidad. No posee una respuesta rápida frente a cambios bruscos de las condiciones del medio ambiente; esto es así dado que se buscó que el módulo tuviera bajo peso y un valor comercial muy bajo. (pág. 67)

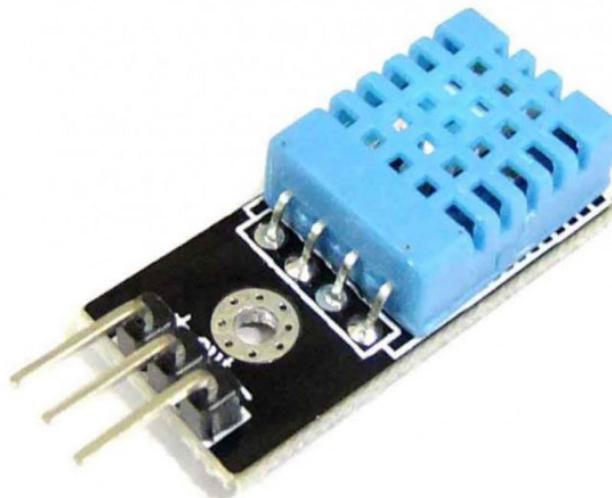


Figura 8. Sensor de Humedad y Temperatura DHT11

Fuente: <https://www.electroniccomp.com/image/cache/catalog/dht-11-sensor-module-india-800x800.jpg>

3.5.3 Servomotor

El autor Cobo R. (2017) los servomotores con su correspondiente driver, son dispositivos de accionamiento para el control de precisión de velocidad, torque y posición. Estos reemplazan los accionamientos neumáticos e hidráulicos (salvo en aplicaciones de alto torque) y constituyen la alternativa de mejor desempeño frente a accionamientos mediante convertidores de frecuencia, ya que éstos no proporcionan control de posición y son poco efectivos a bajas velocidades, como frente a soluciones con motores paso a paso, ya que éstos últimos otorgan un control de posición no de tanta precisión y están limitados a aplicaciones de baja potencia. (pág. 1)



Figura 9. Modelo de Servomotor

Fuente: <https://www.circuitbazar.com/wp-content/uploads/2020/06/MG996R-2.jpg>

3.5.4 Módulo lector de memoria SD

Es un módulo lector de tarjetas Micro SD con una interfaz SPI que, a través del controlador de sistema de archivos, nos permite leer y escribir archivos. Fácilmente se interconecta como un periférico a su módulo de pantalla del sensor de Arduino. A través de la programación, se puede leer y escribir en la tarjeta SD usando tu Arduino. Puede ser utilizado para tarjetas SD con mayor facilidad, como para el jugador MP3, MCU / control del sistema ARM. Todo SD SPI salida pines, MOSI, SCK , MISO y CS. Ideal para tus proyectos puesto que es totalmente compatible con Arduino, PIC y AVR. (Llamas, 2016)



Figura 10. Modulo lector de Memoria MicroSD

Fuente: <https://mitecnotienda.net/wp-content/uploads/2020/04/LECTOR-MICRO-SD-ARDUINO-45X28MM.jpg>

3.5.5 Módulo Bluetooth HC-06

La tecnología bluetooth es algo que ha estado presente desde su llegada a través de los smartphones a nosotros, aunque podría considerarse obsoleta con la llegada de nuevas tecnologías lo cierto es que aún está presente en muchos ámbitos de nuestras vidas.

Según los autores Corredor F., Pedraza L. y Hernández C. (2009) “Bluetooth es un sistema de radioenlace de corto alcance (apto para implementar pequeñas redes inalámbricas de área local cuya finalidad es eliminar las conexiones alámbricas de dispositivos portables y fijos.” (pág. 2).

Esta tecnología opera en la banda 2.4 GHz-ISM (*industrial, scientific and medical*) en el rango de frecuencias de 2.400 hasta 2483.5 MHz (dependiendo del país y/o región). Bluetooth hace uso de la técnica de espectro ensanchado con saltos de frecuencia (Spread Spectrum Frequency Hopping), con 79 canales de radiofrecuencia (RF) con un ancho de banda de 1 MHz cada uno y una tasa máxima de símbolos de hasta 1 Mbps en el modo de transferencia básica y de 2 a 3 Mbps en el modo de transferencia de datos mejorada, en la cual, cada vez que un paquete se envía a una determinada frecuencia, esta salta a otra de las 79 posibles frecuencias (la tasa de saltos estándar es de 1,600 saltos/s). Su radio típico de operación es menor a 10 m, aunque se pueden alcanzar distancias mayores (hasta

100 m según la B-SIG) usando amplificadores, afirmación realizada por los autores Corredor F., Pedraza L. y Hernández C. (2009, pág. 2).

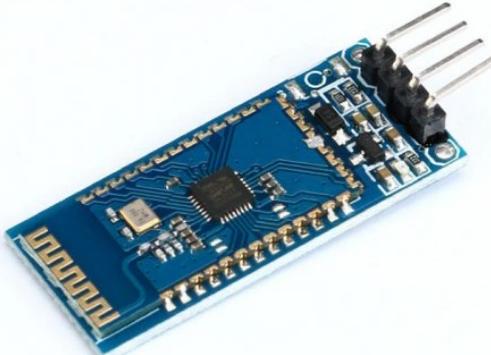


Figura 11. Módulo de Bluetooth HC-06

Fuente: https://cdn-tienda.bricogeek.com/5971-thickbox_default/modulo-bluetooth-hc-06.jpg

3.6 Capítulo V: Software

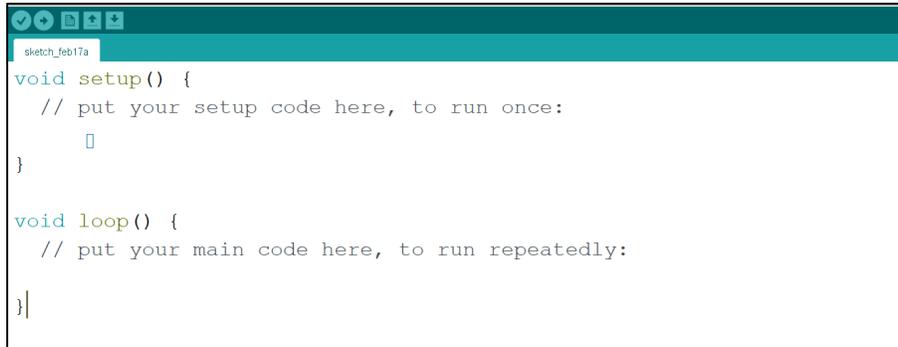
Los Autores Ocampo y Sánchez (2011), definen software de la siguiente manera “Software o programas, son los elementos intangibles o lógicos de un equipo de cómputo.” (pág. 11) con esto se hace referencia al código como tal que hará funcionar los dispositivos el cual puede ser mostrado a manera de consola, es decir únicamente sus valores en una pantalla, pero también existe la posibilidad de mostrarlo de manera más amigable con el usuario siendo esta mediante una aplicación móvil.

3.6.1 Arduino IDE

Programar Arduino consiste en traducir a líneas de código las tareas automatizadas que se desean hacer, leyendo información de los sensores, y en función de las condiciones del entorno programar la interacción con el mundo exterior mediante unos actuadores, esto según el sitio web (Wordpress, 2017)

Arduino proporciona un entorno de programación sencillo y potente para programar, pero además incluye las herramientas necesarias para compilar el programa y “quemar” el programa ya compilado en la memoria flash del microcontrolador. Además, el IDE nos ofrece un sistema de gestión de librerías y placas muy práctico. Como IDE es un software sencillo que carece de funciones avanzadas típicas de

otros IDEs, pero suficiente para programar. Un programa de Arduino se denomina sketch o proyecto y tiene la extensión. ino. Importante: para que funcione el sketch, el nombre del fichero debe estar en un directorio con el mismo nombre que el sketch.



```
sketch_feb17a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Figura 12. Estructura de programación Arduino IDE

Fuente: Propia

La estructura básica de un sketch de Arduino es bastante simple y se compone de al menos dos partes. Estas dos partes son obligatorias y encierran bloques que contienen declaraciones, estamentos o instrucciones.

setup() es la parte encargada de recoger la configuración y loop() es la que contiene el programa que se ejecuta cíclicamente (de ahí el término loop –bucle-). Ambas funciones son necesarias para que el programa funcione de manera correcta. (Wordpress, 2017)

3.6.2 Lenguaje C++

El lenguaje de programación de Arduino es C++. No es un C++ puro, sino que es una adaptación que proviene de avr-libc que provee de una librería de C de alta calidad para usar con GCC (compilador de C y C++) en los microcontroladores AVR de Atmel y muchas utilidades específicas para las MCU AVR de Atmel. (Wordpress, 2017)

3.6.3 Aplicación Móvil

Según los autores Cuello J. y Vittone J. (2013) “en esencia una aplicación no deja de ser un software. Para entender un poco mejor el concepto, podemos decir que

las aplicaciones son para los móviles lo que los programas son para los ordenadores de escritorio” (pág. 14)

Para la programación de esta aplicación se utilizó el framework de java App Inventor, el cual se caracteriza por ser programación en bloques, pero la principal razón de su utilización radica en su gran compatibilidad con la tecnología de microcontroladores como lo es Arduino.

3.6.4 Java

El significado de java, tal y como se le conoce en la actualidad, es el lenguaje de programación y un entorno de ejecución de programas escritos en java. Al contrario de los compiladores tradicionales, que convierten el código fuente en instrucciones a nivel de máquina, el compilador javo traduce el código fuente java en instrucciones que son interpretadas por la máquina virtual de java (JVM, Java Virtual Machine). A diferencia de C y C++ en los que está inspirado, dicho por el autor Cruz Vílchez F. (2012).

Java es un lenguaje interpretado. Cuando se escriben programas en java, bien en un entorno de desarrollo o un editor de texto necesita ser compilado en un conjunto de instrucciones optimizadas denominadas programas “*bytecode*”. Este programa es independiente de la plataforma y no se puede ejecutar directamente por procesador. En su lugar, una máquina virtual java ejecuta (interpreta) los bytecode. Cruz Vílchez F, (2012, pág. 1).

3.6.5 MIT App Inventor

MIT App Inventor es una herramienta en línea que originalmente fue creada por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts). Más tarde fue adoptada por Google para ofrecer a sus usuarios/as una interesante solución tecnológica con la que crear apps para dispositivos Android de una forma sencillo, afirmación realizada por el autor Posada Prieto F., (2019, pág. 1)

Su dirección de acceso es: <http://ai2.appinventor.mit.edu>

App inventor es un framework gratuito de java orientado a una mecánica de programación en bloques, cuyo sistema no sigue un orden específico, su codificación se basa en eventos y no en instrucciones que respeten un orden, sus capacidades son limitadas en relación a programar en java nativo u otro framework similar pero tiene las suficientes funciones para satisfacer las necesidades básicas de un sistema móvil y cuenta con gran compatibilidad para utilizar los componentes presentes en nuestros dispositivos.

3.7 Capítulo VI: SCRUM

Scrum es como un salvavidas para aquellas empresas que tienen dificultades al seguir la metodología de Cascada o que ni siquiera están usando metodología alguna para desarrollar un software. Scrum es un marco de referencia para crear software complejo y entregarlo a tiempo de una forma mucho más sencilla. El marco de referencia Scrum utiliza el concepto de Equipos Scrum, los cuales son grupos de trabajo donde los miembros juegan roles específicos, Dimes T. (2015, págs. 1-2).

Product Backlog (Backlog de producto):

Se refieren a todos los elementos que sean parte de proyecto. Nos dan información general del proyecto (no necesariamente es un requerimiento oficial).

User Stories (Historias de usuarios):

En estas se da información sobre cómo debe ser el comportamiento del requerimiento trabajado. Su función es dar información directa del cliente en caso de que existan cambios. Estos por lo general, son tomados como requerimientos oficiales o funcionales.

Sprint Backlog:

Esto nos habla de los elementos tomados del Product Backlog que fueron priorizados, medidos y aceptados en las reuniones de Sprint Planning. En conjunto con los User Stories, forman los requerimientos a realizar en los Sprints.

The Taskboard (Panel de tareas):

Este panel nos muestra las tareas asignadas al equipo. En esta tabla se pueden ver 3 columnas; Por hacer, Haciendo y terminado.

Definition of done (definición de listo):

Se refiere a las tareas que se acordaron cumplir antes de finalizar el proyecto.

Estas son todas las tareas completas, revisión de código, pruebas realizadas a cada elemento desarrollado, revisión por parte de cliente, etc. Mobiliza Academia (2019)

3.7.1 Roles en Scrum

Product Owner (Dueño del Producto)

Tiene la responsabilidad de decidir qué trabajo necesita hacerse y maximizar el valor del producto o proyecto que esté llevando a cabo. Esto, que se expresa fácilmente, esto según el sitio Integrat (2019) y conlleva lo siguiente:

1. a) *Gestiona prioridades*: El Product Owner tiene la responsabilidad de gestionar los presupuestos, de contratar al equipo de desarrollo y de explicar cuál es el valor que produce el producto en el que está invirtiendo.
2. b) *Representante del negocio*: Cuando es alguien de negocio, aportará valor a su trabajo al producto dependiendo de al menos dos variables. La primera es la capacidad de decisión que tiene. En ocasiones, es normal que el Product Owner no pueda realmente tomar decisiones sin consultar con otra persona. En ese caso, no es un Product Owner real y debe, o de ser sustituido por la persona que toma las decisiones, o tomarlas por el mismo.
3. c) *Intraemprendedor*: Es en esta el Product Owner aporta valor al negocio. En esta faceta es un Product Manager ágil, capaz de medir el valor generado y utilizar la flexibilidad de entregar cada Sprint para incrementar ese valor.

Scrum Master

Actúa como un líder servicial, ayudando al equipo y a la organización a usar lo mejor posible la Metodología Scrum, se focaliza en la parte de negocio y es responsable del ROI del proyecto. Traslada la visión del proyecto al equipo, formaliza las prestaciones en historias a incorporar en el Product Backlog y las prioriza de forma regular.

Team (Equipo de Desarrollo)

Grupo de profesionales con los conocimientos técnicos necesarios y que desarrollan el proyecto de manera conjunta llevando a cabo las historias a las que se comprometen al inicio de cada sprint. Sprint es una serie de periodos de tiempos pequeños, cuya duración es de 1 a 4 semanas, con preferencia por los intervalos más cortos. En cada Sprint, el equipo construye y entrega un incremento del producto. Cada incremento es un subconjunto del producto, reconocible y visualmente mejorado, que cumple con el criterio de aceptación y está construido con un nivel de calidad llamado definición de terminado.

3.7.2 Etapas del SCRUM

En el desarrollo de un Sprint se desarrollan ciertos eventos esto según el sitio, Mobiliza Academia (2019) algunos de estos son:

1. **Planeación del Sprint (o Sprint Planning):**
En esta etapa, los involucrados se reúnen para planificar el Sprint y designar las tareas que desarrollará cada persona del equipo y cada uno de ellos deberá asignar un tiempo determinado para realizar su tarea. De esta forma se definirá el tiempo de duración del Sprint.
2. **Scrum team meeting (reunión de equipo Scrum):**
Estas reuniones deben tener una duración de 15 min diarios y en estas sirven para darse apoyo mutuo en caso de encontrar problemas en el

desarrollo de alguna actividad. Se debe responder 3 preguntas: ¿Que se hizo ayer? ¿Qué tienes planeado hacer hoy? ¿Qué obstáculos encontraste en el camino?

3. **Backlog Refinement (refinamiento del backlog):**

Es una nueva revisión por parte del **Product Owner** de los requerimientos para aclarar dudas que pueda tener el equipo de desarrolladores. Si es necesario, se volverán a definir los plazos.

4. **Sprint Review (revisión del Sprint):**

Es una revisión de lo que se ha realizado dentro del Sprint y se muestra el trabajo finalizado. Esto está a cargo de **Scrum Master** y el **Product Owner**.

5. **Retrospective (retrospectiva del Sprint):**

En este punto el **Product Owner** se reúne con su equipo para hablar sobre lo ocurrido durante el Sprint y se tratan estos puntos:

- Qué se hizo mal durante el Sprint para buscar posibles mejoras
- Qué se hizo bien para seguir esa misma línea
- Qué inconvenientes se encontraron que impidieron avanzar como estaba planificado

Luego del dónde y cuándo, se tiene el por qué y cómo que se responden a través de diferentes herramientas que nos provee Scrum.

IV. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN O CATEGORÍA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL DE MEDICIÓN	INDICADOR	PREGUNTA O ÍTEM	INSTRUMENTO
CONDICIÓN DE HORTALIZAS	Referente a las condiciones que presenten las hortalizas según sus cambios de lugar, hora, clima, y el tipo de hortaliza en sí. <i>Fuente: Propia</i>	Determinar las condiciones de mayor afectación para las hortalizas para mejorar el control en esas áreas	Temporadas en las que se tiene más pérdidas de hortalizas en referencia a las variables de medición que influyen en el proceso de descomposición	Ordinal	Hora del día	1	Guía de entrevista y grupo Focal
					Humedad	2	
					Límite de deshidratación	3	
					Densidad del viento	4	
					Efectividad	5	
					Aceleración	6	
CONDICIONES CLIMÁTICAS	Referente a las variables presentes en la naturaleza que podrían influir en los valores a calcular. <i>Fuente: Propia</i>	Determinar las condiciones climáticas que afecten al deshidratador y a su vez necesiten ser controladas.	Función según su variación que será medida para las determinar el control del hardware según se necesite.	Ordinal	Temperatura	1	Guía de y grupo focal
					Velocidad del viento.	2	
					Radiación solar	3	
					Humedad relativa	4	
EFICIENCIA	Validar el correcto funcionamiento del sistema automatizado en el deshidratador de hortalizas y la aplicación móvil de monitoreo en tiempo real. <i>Fuente: Propia</i>	Referente a evaluar los sistemas en cuanto sus requerimientos funcionales y la accesibilidad, funcionalidad y usabilidad	Determinar mediante pruebas y observaciones el funcionamiento de los sistemas construidos	Ordinal	Requerimientos funcionales del sistema. Funcionalidad, accesibilidad y usabilidad.	Rubrica de validación del sistema en el deshidratados Rubrica de validación de la aplicación móvil de monitoreo en tiempo real.	

V. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 Enfoque de la investigación

El presente capítulo contiene la metodología que fue considerada con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados y descritos anteriormente, todo esto con el propósito de poder obtener la mayor cantidad de información y retroalimentación en referencia al tema planteado y así lograr el desarrollo del sistema que controla y monitorea un deshidratador de hortalizas.

Según Levano A. (2007) el término diseño en el marco de una investigación cualitativa se refiere al abordaje general que se utiliza en el proceso de investigación, es más flexible y abierto, y el curso de las acciones se rige por el campo (los participantes y la evolución de los acontecimientos), de este modo, el diseño se va ajustando a las condiciones del escenario o ambiente. (pág. 27)

Esta investigación según su naturaleza, es cualitativa, es decir porque se plantea un problema de interés personal, el cual debe ser observado y analizado de acuerdo al proceso del diseño e implantación de él, con el fin de dar solución a la problemática planteada por el sector productor de hortalizas.

Estos aspectos fueron valorados utilizando las técnicas cualitativas (entrevistas y guía de grupo focal), ya que son herramientas indispensables para la recopilación de los datos más relevantes.

5.2 Tipo de estudio

Según los autores Hernandez R., Fernandez C. y Baptista P. (1998) " Los estudios descriptivos permiten detallar situaciones y eventos, es decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis" (pág. 92).

Esta investigación según sus objetivos es de tipo descriptiva y aplicada porque se detalla cada una de las etapas de investigación como tareas, procesos que conllevaron al inicio, desarrollo y finalización, mediante el cual se recolectó datos que muestra con claridad los acontecimientos realizados en un área determinada

incluyendo el proceso de diseño, construcción, programación e instalación del sistema implantado.

5.3 Alcance

Implantar un Sistema de Control y Monitoreo Remoto usando tecnología de microprocesadores en un deshidratador solar de hortalizas para la empresa MEFCA de la ciudad de Estelí durante el año 2020.

5.4 Unidad de Análisis

Según la autora Corbetta P. (2003) La unidad de análisis, representa el objeto social al que se refieren las propiedades estudiadas en la investigación empírica (pág. 95)

La unidad de análisis es una definición abstracta, que denomina el tipo de objeto social al que se refieren las propiedades. Esta unidad se localiza en el tiempo y en el espacio, definiendo la población de referencia de la investigación

La unidad de análisis de la investigación es la empresa MEFCA y el software que se realizó para esta empresa es dirigido especialmente al sector de productores de Hortalizas, donde su utilidad pretende mejorar la durabilidad de los productos obteniendo muchos beneficios.

5.5 Informantes claves

Según la naturaleza de la investigación los grupos de informantes claves corresponden a los individuos de la empresa MEFCA que manejan la información referente a las variables que se va a evaluar y a los productores de hortalizas, quienes son profesionales en su campo.

5.6 Método

“Es un método de disertación teórica. Parte de un estudio particular a la generalización, teniendo de esta manera una idea de todas las cosas que se refieran a lo que se estudia.” Tena A. y Rivas R. (2007, pág. 27)

Esta investigación usa el método inductivo aplicado según el enfoque de la investigación

5.7 Técnica de Recolección de datos

Entre las técnicas de recolección de datos que se aplicaron para desarrollar la investigación son las siguientes:

Grupos Focales: Esto se lleva a cabo en un entorno de discusión grupal. El grupo está limitado de 6-10 personas y se asigna un moderador para dirigir la discusión en curso. Dependiendo de los datos seleccionados, los miembros de un grupo pueden tener algo en común.

La entrevista: Es la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema expuesto, se presenta una guía de entrevista semiestructurada con el fin de obtener información de manera más fluida al momento de realizar la entrevista

5.7.1 Validación de los instrumentos

“La evaluación mediante el juicio de experto consiste, básicamente, en solicitar a una serie de personas la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su opinión respecto a un aspecto concreto.” Cabero J. y Llorente M. (2013, pág. 14)

El objetivo de la validación de los instrumentos es garantizar la fiabilidad de los datos por eso, expertos en el área de informática y agroindustria presentes en la Facultad cuya experiencia se extiende a ámbitos relacionados a las metodologías de investigación realizaron una revisión a los métodos que se aplicaron en esta investigación.

5.8 Procesamiento de datos

Las herramientas que se utilizaron para el procesamiento de la información fueron celular para tomar fotos, y grabar audio de las entrevistas y reuniones con la persona a fines del proyecto.

Una vez obtenidos los requerimientos se utilizó la herramienta de Office Word para transcribir los datos brindados de la reunión y la guía de observación, y así iniciar con el desarrollo de los procesos de análisis para filtrar la información relevante.

Posterior mente se utilizó una matriz de datos donde se realizó un análisis más profundo de los datos basados en la respuesta del participante con el objetivo de obtener datos relevantes para el desarrollo del sistema.

5.9 Plan de Análisis

Una vez obtenidos los datos de las grabaciones y fotografías se transcribieron fielmente los datos obtenidos mediante el análisis de los instrumentos implementados a los informantes claves se ordenó la información y se identificaron las categorías principales para dar respuesta a los objetivos de la investigación facilitando el desarrollo del proceso de documentación de la misma.

5.10 Fases de desarrollo de la aplicación móvil

Esta sección se divide en tres fases generalizadas que representan el proceso llevado a cabo aplicado dentro de la metodología scrum junto a la construcción del sistema automatizado en un deshidratador de hortalizas.

Fase 1: En esta fase se definio de manera general los requerimientos funcionales, ya que al utilizar scrum estos pueden cambiar o mejorar en el transcurso del desarrollo.

Fase 2: En esta fase se realizó la programación del primer prototipo de la app, siendo atendido mediante refinamientos de backlog para las nuevas mejoras.

Fase 3: En esta fase se realizaron todas las pruebas de funcionalidad garantizando el correcto desempeño de la app a su vez supervisado por las personas presentes en los refinamientos de backlog con el objetivo de validar y añadir mejoras bajo scrum.

VI. Análisis y Discusión de Resultados

6.1 Caracterizar el proceso de conservación y durabilidad de las hortalizas mediante la deshidratación.

La caracterización del proceso llevado a cabo para la conservación y durabilidad de las hortalizas mediante la deshidratación, esto fue parte fundamental, ya que se aclararon los factores determinantes que destacan tales como la humedad relativa, temperatura Interna, externa y tiempo. Estas variables fueron de gran consideración ya que desde el perfil de ingenieros en ciencias de la computación podían ser medidas y monitoreadas.

Consultas realizadas a expertos del área de ingeniería agroindustrial, arrojaron resultados tales como los límites a tener en cuenta en el proceso de deshidratación de la hortaliza, valorando de igual manera no perder nutrientes de esta, por lo que se establecieron porcentajes de humedad final y temperatura máxima a la que puede estar expuesta la hortaliza para estar correctamente deshidratada.



Figura 13. Scrum Meeting

Fuente: Propia

En relación a lo antes descrito, se realizaron preguntas a los informantes claves sobre sí ¿Influye la hora del día en la descomposición de las hortalizas?, teniendo como respuesta que sí, ya que la temperatura generada por el sol en la zona donde se encuentra la deshidratación varía en relación al ciclo del día. Por lo tanto, se debe medir la temperatura dentro del deshidratador y establecer un margen de temperaturas en el sistema definiendo un punto mínimo y un punto máximo, el promedio de ambas sería el punto óptimo del proceso.

Se determinó que la cantidad de humedad presente en las hortalizas es un factor determinante ya que el proceso de la deshidratación se concluye cuando las hortalizas alcanzan cierta cantidad de humedad, independientemente del tiempo que haya tomado deshidratarse esto en este caso en concreto en el que se usa un deshidratador solar indirecto, por lo que se planificó que a través del monitoreo se podrá evaluar la condición de las hortalizas para determinar si estas están deshidratadas o requieren aún más tiempo dentro del deshidratador.

Nuestro análisis de la información recolectada, plantea que existe un límite de deshidratación al que las hortalizas pueden llegar, se define que la cantidad de nutrientes de las hortalizas están en su mayoría presentes en la parte húmeda de estas, al deshidratarlas más de lo necesario se está generando una pérdida de su utilidad y valor, por esta razón el sistema indicara cuando se ha llegado al límite establecido de humedad relativa, a su vez deteniendo el mecanismo automático que controla el flujo de aire.

La densidad del aire es un factor que influye en el proceso de deshidratación, se mide como presión atmosférica, es determinada por la altura sobre el nivel del mar de la zona donde se encuentre el deshidratador, esto significa que mientras más cerca del nivel del mar, el aire es más denso, a su vez más caliente, no es necesario medir esta variable para este sistema ya que esto solo influye en que tan rápido se deshidrata una hortaliza, lo cual en este caso define que sería más rápido que en zonas a mayor altura sobre el nivel del mar esto siendo un beneficio en relación a la cantidad de hortalizas deshidratadas que se pueden obtener de manera natural en determinado tiempo.

La deshidratación para conservar las hortalizas en relación al proceso de refrigeración es más efectiva, las hortalizas refrigeradas conservan su totalidad de agua, en relación al tipo de hortaliza estas contienen un aproximado de 90% a 95% lo que favorece la producción de microorganismos en este caso bacterias que aceleran la descomposición de estas, reduciendo considerablemente su vida útil, además del alto consumo energético que representa la refrigeración al ser un proceso artificial, estos puntos favorecen la deshidratación a través de secado como la mejor opción aplicable.

El proceso de deshidratación puede ser acelerado mediante maquinaria artificial y procesos químicos de conservación, este disminuye considerablemente la calidad de los productos, además de a través del secado natural se obtienen mejores beneficios en muchos ámbitos.

Las condiciones climáticas en relación al proceso de la deshidratación son factor relevante en este proceso por este motivo se realizó una guía de preguntas para aclarar las dudas presentes en cuanto a cómo afectan en este proceso, estos son los resultados.

La temperatura es un factor cambiante en zonas cercanas debido a que cada zona aunque estas pertenezcan a un sector más grande y general, contienen un fenómeno denominado como microclima, lo que causa diferentes cambios en las variables que afectan al proceso de la deshidratación, se requiere un estudio previo del microclima de la zona, lo cual genera una variación en el intervalo de horas que son consideradas óptimas para deshidratar, pero manteniendo los márgenes de temperatura y humedad, ya que la temperatura es la misma en cualquier parte, el factor cambiante es la cantidad de humedad relativa presente en el aire al momento de deshidrata variable que ya es controlada a través de sensores y mecanismos que controlan el flujo de aire.

La velocidad del viento un factor Influyente en el proceso de deshidratación, esta influye en la temperatura ya que mientras mayor sea la velocidad disminuye la temperatura dentro de la recamara, existe un punto medio de velocidad del viento en el que esta puede ser calentada por el sol y transferida a través de la recamara

hacia las hortalizas, este factor es más fácil de controlar en un deshidratador solar indirecto, al determinar que la temperatura con la que entra el aire en la recámara no es la misma temperatura con la que llega a las hortalizas, el sistema automatizado controla este factor al medir la temperatura entrante, y determinar si esta está bajo del margen establecido, se cierra la compuerta con el objetivo de mantener el calor.

La radiación solar es el factor más influyente en los factores climáticos y procesos que dependan de esta, un ejemplo de esto puede ser que la radiación solar es reflejada por las nubes por lo que en un día despejado hay más radiación solar que en uno nublado siendo a su vez que los días despejados hay un mejor desempeño en el proceso de deshidratación mediante secado en un deshidratador indirecto.

El proceso de deshidratación consiste en la extracción de la humedad de las hortalizas, por lo que la cantidad de humedad presente dentro del deshidratador será un dato relevante para calcular el estado de las hortalizas en ese momento, lo que la define como la principal fuente de información.



Figura 14. Revisión del proceso de deshidratación manual.

Fuente: propia

Como se observa en la imagen anterior los expertos en el área de agroindustria de la Facultad Regional Multidisciplinaria UNAN-Managua, FAREM-Estelí, llevaron a cabo revisión de las hortalizas deshidratadas en un periodo de tiempo que se estableció conforme al comportamiento de las condiciones climáticas, monitoreando el estado de la hortaliza, la humedad presente en esta, y descartando creaciones de mohos tanto en la hortaliza como en la recámara y todos los elementos que formaban parte del deshidratador esto de manera manual resaltando la importancia de automatizar este proceso.

De esta manera se concluye la caracterización del proceso de conservación a través de la deshidratación, esta fue planteada bajo un diseño de deshidratador ya existente, los principios son los mismos pero su aplicación puede variar el diseño de deshidratador solar al que se desee aplicar.

6.2 Desarrollar un sistema controlador de un deshidratador solar para la recepción y visualización de datos de manera remota (Metodología Scrum).

Planeación del Sprint (Sprint Planning):

Se realizaron reuniones primeramente como equipo de desarrolladores en el área de microcontroladores, para definir completamente la idea del proyecto, en la agenda de reunión, se tomó en cuenta también al socio quien sería el dueño final del producto. Analizando detalladamente en esta planeación, cada opinión sobre las ventajas y desventajas que se podían presentar en el transcurso del desarrollo.

Concluyendo y asignando las tareas de cada uno de los integrantes del equipo, dividiéndose con la parte del montaje del circuito, programación del circuito y los elementos electrónicos, y las pruebas de campo, en esta se tenía que tomar notas sobre el funcionamiento de manera detallada de cada variable a valorar, sin importar que lo observado, fuese positivo o negativo para nuestro proyecto, de igual manera se debía de tomar estas anotaciones para el mejoramiento del producto. Se estableció el tiempo para estas tareas y el estricto cumplimiento debido a la dependencia de estas.

Se plantearon acuerdos importantes con el socio, el que más resalto y fue de gran ayuda para el avance significativo del producto fue el hacer de conocimiento del socio cada avance y sobre todo cada cambio que surgiera a medida que se desarrollaba el sistema.

Scrum team meeting (Reunión de equipo Scrum):

Las reuniones diarias de equipo fueron parte fundamental, a medida que el proyecto iba avanzando, se pudo analizar su funcionamiento, corregir errores o incluso realizar mejoras al producto, esto siempre tomando en cuenta de igual manera la opinión de nuestro socio, cuando descubríamos que se podía hacer algo más eficiente conforme a la problemática y planteamientos que el dueño final del producto nos planteaba, esto con el fin de que el socio manejara la información detallada a medida que se desarrollaba el producto.

Se analizó de manera detallada el montaje o conexión del circuito, se revisó el código para que este fuese lo más eficiente posible, sin redundancias o elementos que podían ocasionar errores futuros.

A medida que el código cambiaba, se tenían que realizar prácticamente de manera diaria pruebas de campo debido a las variables que se tenían que medir, tales como la temperatura, humedad, tiempo, etc. Siempre compartiendo los datos positivos y negativos con el socio y el equipo de desarrolladores.

A continuación, se describen de manera detallada cada una de las etapas de desarrollo realizada en cada sprint.

Sprint 1.

Reunión con expertos en distintas áreas tales como Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería en Ciencias de la Computación y como parte fundamental el representante de la institución MEFCCA, este último siendo quien presentó la necesidad dentro del ámbito productivo, solicitando propuestas de una solución tecnológica e innovadora, debido a las pérdidas de hortalizas en las diferentes temporadas del año.

Se planteó la idea de desarrollar e implantar un sistema automatizado para el control y monitoreo de las variables en el deshidratador, esto con el objetivo de llevar a cabo un proceso de deshidratación de la manera más correcta posible y se definieron algunos requerimientos generales con los que debía cumplir este sistema.

Requerimientos funcionales

Para lograr establecer unas condiciones climáticas que resulten apropiadas para el secado de frutas y hortalizas dentro del deshidratador solar, es necesario contar con la información en tiempo real de las variables más relevantes en el proceso, esto es posible debido a los instrumentos de medición capaces de transformar las variables físicas en señales eléctricas adecuadas para su posterior procesamiento. Estas señales, son recopiladas y procesadas por el microcontrolador el que se encarga posteriormente de actuar sobre el deshidratador solar, a través de los sistemas de

accionamiento los que transforman las señales eléctricas en acciones físicas capaces de modificar el estado de las variables de interés, logrando alcanzar las condiciones deseadas.

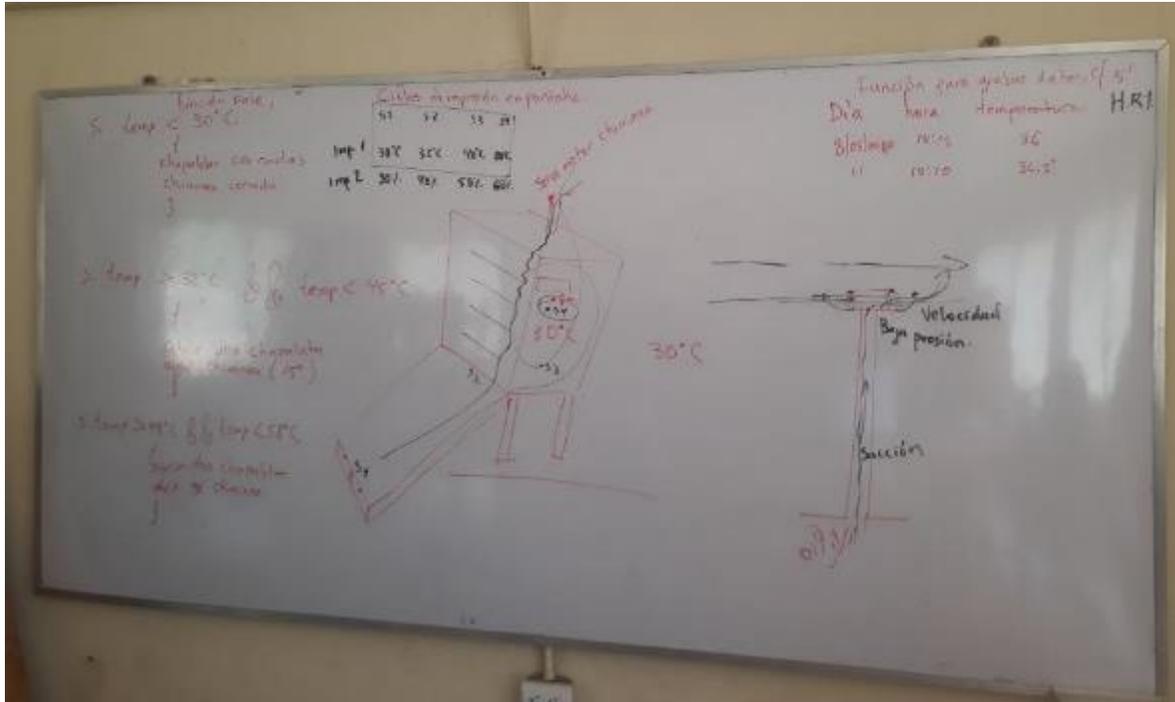


Figura 15. Primer plano del sistema automatizado

Fuente: Propia

Requerimientos de uso manual

El sistema automatizado en el deshidratado debe permitir al usuario la facilidad de activar o desactivar el funcionamiento del mismo según desee, además de poder accionar de manera manual e independiente del sistema los componentes que controlan las variables medibles del mismo.

Se designo un tiempo estimado de tres semanas, para realizar los estudios para comprender el funcionamiento de un deshidratador, investigación sobre el proceso de deshidratación de hortalizas y búsqueda y validación de elementos electrónicos para el desarrollo del sistema de control y monitoreo remoto.

Requerimientos de uso automático

El sistema deberá ser capaz de accionar los mecanismos de control para las variables presentes en base a sus mediciones previamente realizadas por el mismo y mostrarlos al usuario mediante una pantalla.

Sprint 2.

Se presentó el primer prototipo del sistema de automatización en un simulador, con el fin de que el representante de la institución MEFCCA y los expertos en las distintas áreas, comprendieran el funcionamiento del sistema que se iba a desarrollar, desde los componentes electrónicos que se iban a utilizar, tales como pantalla LCD para la visualización y navegación a través de los datos, sensores de temperatura y humedad DHT11 para obtener estas variables y servomotores para la apertura de ventanillas según el valor de las variables, para el control de la fluidez de aire desde fuera hacia la recámara del deshidratador.

El socio pudo conocer de qué manera se iban a programar estos elementos y como el cliente final iba a hacer uso de estos de manera correcta.

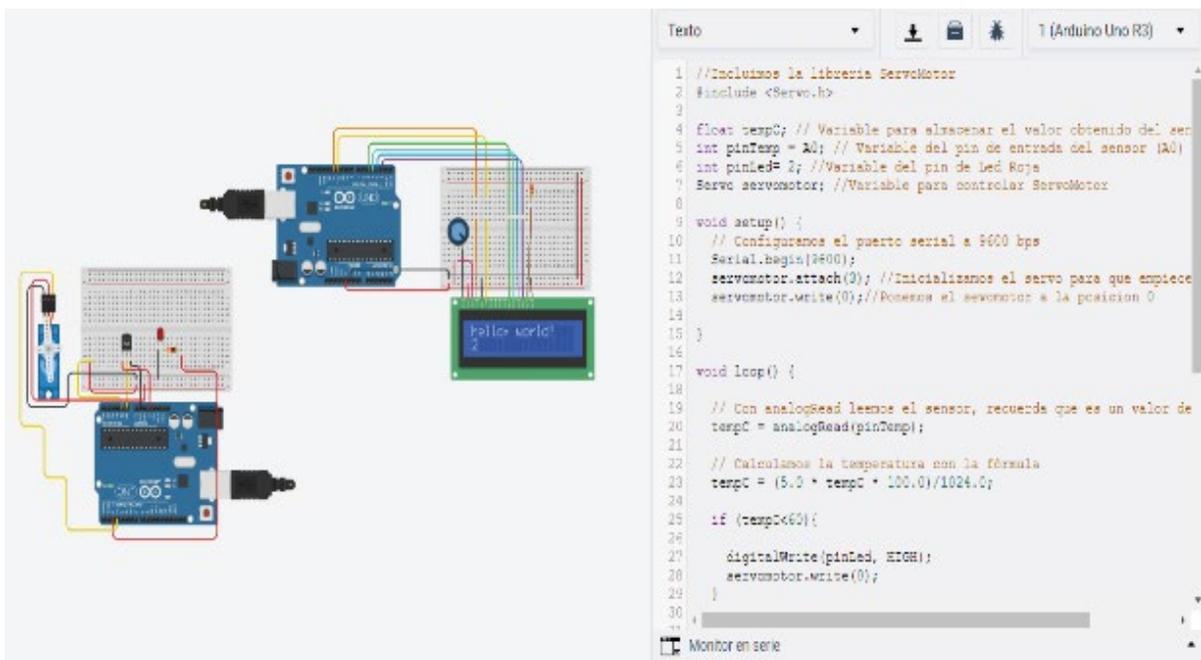


Figura 16. Primer prototipo del sistema simulado

Refinamiento de Backlog

Finalizando la reunión se estipulo un tiempo de tres semanas para la presentación del primer prototipo de manera física del sistema para la evaluación en la siguiente reunión, comprensión del sistema, aclaración de incógnitas y sugerencias para mejorar el desarrollo y funcionamiento del sistema conforme a la problemática.

Sprint 3.

En la tercera reunión, se realizó la presentación del primer prototipo de manera física y funcional de la pantalla LCD la cual cuenta con unas dimensiones de 16x2, esto significa que se tienen dos filas y 16 columnas lo que nos permite mostrar 32 caracteres simultáneamente, esto realizado para que los socios hicieran uso del sistema y validaran el funcionamiento del sistema, esto también con el fin de corregir los valores utilizados para las variables que controlarían el servomotor para las ventanillas que controlarían el flujo de aire en el deshidratador, valorar la comodidad al navegar a través de la pantalla LCD valorando y tomando notas de los datos enviados desde los sensores de temperatura y humedad.

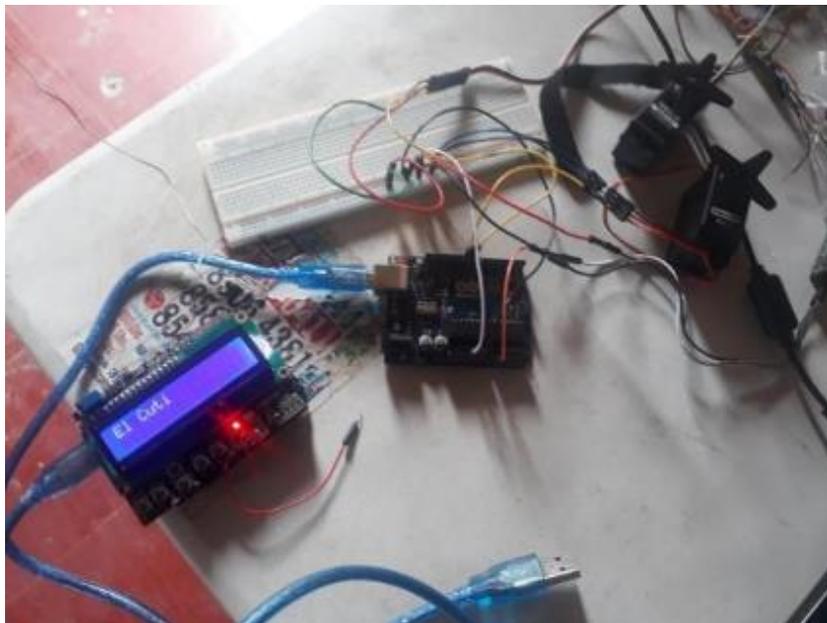


Figura 17. Primer Prototipo con pantalla LED

Dentro de la prueba y muestra del primer prototipo físico, se valoró el funcionamiento de los servomotores, un servomotor tiene tres cables, marrón es el cable a masa y debe conectarse a GND, el rojo es el cable de corriente y debe conectarse al puerto de 5v y el naranja es el cable de señal y debe conectarse al número de pin que se desee esto teniendo en cuenta que para la programación ese número será la referencia de acceso para la interacción entre el microcontrolador y el servomotor, el orden de colores no necesariamente es el planteado, esto no afecta a su funcionamiento es solo para comprender mejor donde se conecta cada parte de los dispositivos. En este sistema los servomotores se encargan de controlar el flujo de aire en el deshidratador, abriendo y cerrando ventanillas según la temperatura y humedad presentes, en relación a estos datos se asignaban cuantos grados debía de girar el servomotor para aumentar o disminuir el flujo de aire.

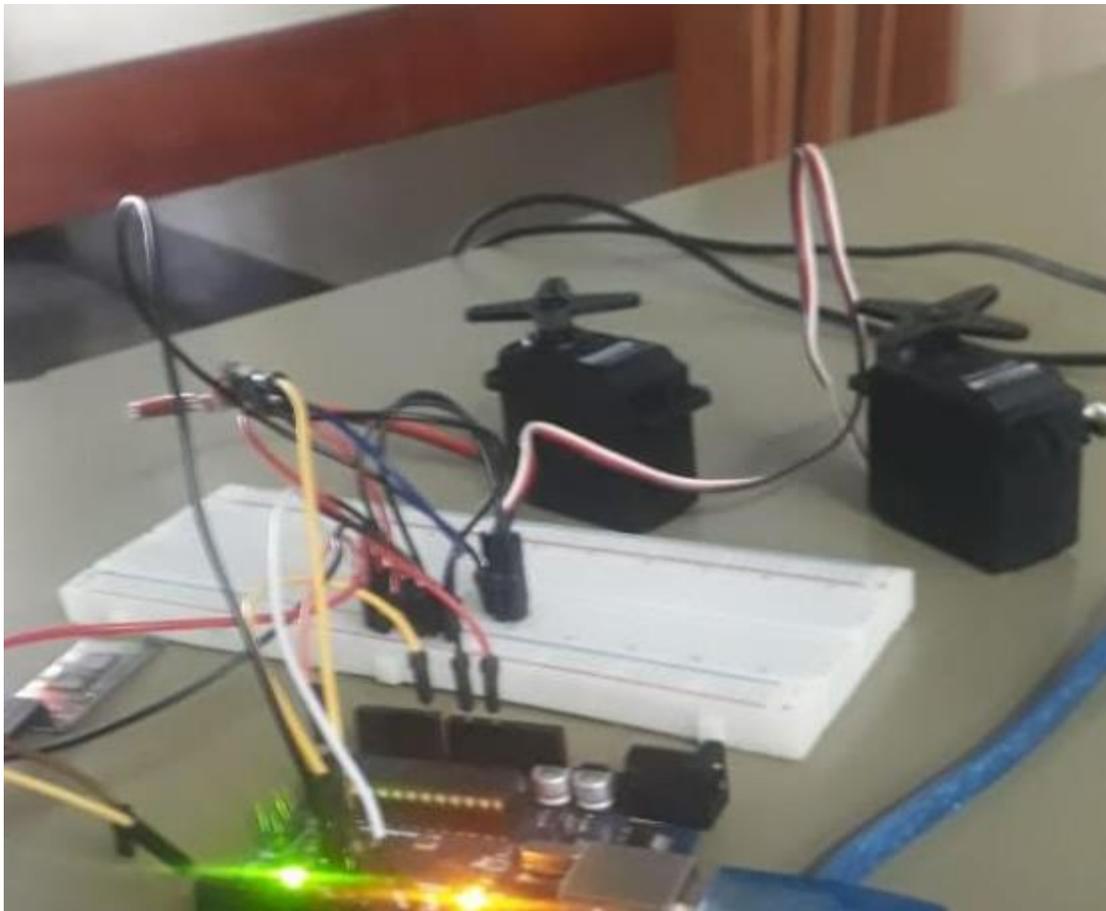


Figura 18. Primera Prueba con Servomotores

En la siguiente ilustración se muestran los datos tomados por los sensores de temperatura y humedad, los cuales cuando se iniciaron las pruebas del sistema eran cuatro, se hacía referencia a cada uno de estos como S1, S2, S3 y S4, esto haciendo referencia a sensor y el número de este. De igual manera en la parte baja se muestra la temperatura, y en el código se programó que estos valores fuesen cambiantes cada cinco segundos para mostrar el porcentaje de humedad.



Figura 19. Datos en tiempo real a través de pantalla LCD

Refinamiento de Backlog

Dentro de los requerimientos funcionales era la visualización de los datos, para lo cual se estaba implementado una pantalla LCD 16x2, al realizar el refinamiento de backlog, este requerimiento se modificó por sugerencias de los expertos, siendo la propuesta el desarrollo de una aplicación móvil que funcionara como el monitor para visualizar los datos enviados desde el deshidratador a través de la placa Arduino con sus elementos electrónicos.

Para presentar la propuesta de la aplicación, se designó un tiempo de cuatro semanas, debido a que se tenía que investigar que microcontroladores se podían utilizar para realizar este tipo de conexión, y obtener el intercambio de información entre la placa ARDUINO y un smartphone con sistema Android.

Sprint 4.

Se realizó un análisis sobre los requerimientos necesarios para obtener una aplicación móvil completa, que respondiera a las necesidades planteadas por el

socio y los expertos, siendo los puntos a tomar en cuenta la usabilidad, accesibilidad y funcionalidad de la aplicación que se desarrollaría.

Requerimientos funcionales.

Los requerimientos funcionales se definieron en cuanto a funcionalidad, accesibilidad y usabilidad. Las características principales definidas por quienes solicitaron la aplicación son, fácil manejo de la app, interfaz de fácil comprensión y lectura, visualizar los datos en tiempo real, que funcione en la mayoría de dispositivos Android, que pueda mantener conexión a distancia del sistema deshidratador de hortalizas

Teniendo en cuenta los requerimientos, previamente se investigó sobre los distintos frameworks que facilitan el desarrollo de aplicaciones móviles, con la posibilidad de establecer una conexión con la placa microcontroladora Arduino, concluyendo que la más eficiente para llevar a cabo este proceso era MIT App Inventor Design.

The image shows a screenshot of MIT App Inventor code blocks. The code is organized into several sections:

- Global Initialization:** A series of 'initialize global' blocks for variables: `TempoActual` to 0, `lista` to "", `datos_legada` to "", and three pairs of variables (`X1`, `X1_Antes`; `Y1`, `Y1_Antes`; `X2`, `X2_Antes`; `Y2`, `Y2_Antes`; `X3`, `X3_Antes`; `Y3`, `Y3_Antes`), all initialized to 0.
- Back Pressed Event:** A 'when' block for 'Sensores - BackPressed' containing:
 - 'do' block with:
 - 'call' block: `CienteBluetooth1 - Disconnect`
 - 'close application' block
 - 'initialize global' block: `lista` to ""
 - 'initialize global' block: `datos_legada` to ""
- Before Picking Event:** A 'when' block for 'SelectorDeLista1 - BeforePicking' containing:
 - 'do' block with:
 - 'if' block: `CienteBluetooth1 - Enabled == false`
 - 'then' block: 'call' block: `Notifier1 - ShowAlert` with notice: "Activar bluetooth y conecta nuevamente..."
 - 'else' block: 'set' block: `SelectorDeLista1 - Elements` to `CienteBluetooth1 - AddressesAndNames`
- After Picking Event:** A 'when' block for 'SelectorDeLista1 - AfterPicking' containing:
 - 'do' block with:
 - 'set' block: `SelectorDeLista1 - Selection` to `call` block: `CienteBluetooth1 - Connect` with address: `SelectorDeLista1 - Selection`

Figura 20. Sección de código App Inventor

En esta cuarta etapa, se llevó a cabo la presentación del prototipo de la aplicación móvil conectada a través de un módulo bluetooth para la visualización y monitoreo desde el celular Android, de esta manera se le cumplió al socio la parte funcional en

el intercambio de datos, visualizando los datos obtenidos desde los sensores, el envío a través de un módulo bluetooth al dispositivo móvil, explicando y mostrando siempre al representante de la institución como se desarrolló lo solicitado por su parte, y de esta manera tuvo el espacio para realizar sugerencias y valorar el prototipo que se le estaba presentando.

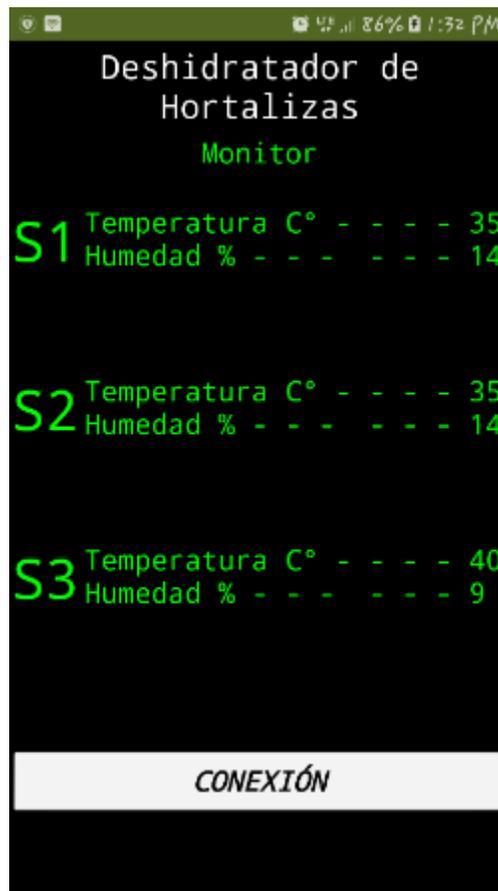


Figura 21. Primer Prototipo de aplicación móvil

Refinamiento de Backlog

El socio basado en la presentación del sistema que hasta ese momento se tenía, solicitó la mejora de la interfaz de la aplicación de manera que esta fuese más comprensible y llamativa para el usuario final. De igual manera el socio realizó la consulta sobre la posibilidad de almacenar los datos obtenidos en el sistema en un dispositivo de almacenamiento externo, con el fin de utilizarlos para reportes o valoración del comportamiento del clima durante periodos de tiempos determinados.

Basado en lo antes mencionado el socio realizó la propuesta de agregar un componente electrónico que facilitara la lectura y escritura de los datos obtenidos, este podía ser un lector de tarjetas micro SD, se acordó agregar este elemento y desarrollar su programación durante las dos siguientes semanas.

Sprint 5.

Se realizó previamente una investigación, sobre el módulo lector de memoria micro SD propuesto en el sprint anterior, como un elemento que facilitaría la lectura y escritura de datos para su almacenamiento en un dispositivo externo.

En la ilustración se observa el módulo lector de memorias micro SD y su respectiva conexión, 5V hace referencia a la conexión hacia el pin de voltaje de la placa Arduino, CS al conectarse a un pin digital permite el envío de los datos en este módulo, el MOSI es un proceso o protocolo que permite la transmisión de datos a nuestro dispositivo electrónico, SCK este es conocido como clock o reloj en español, proporciona y controla la velocidad de transmisión de cada bit del módulo lector, MISO a diferencia del MOSI que permite la transmisión de datos, este es la señal de entrada al módulo lector de memorias micro SD.

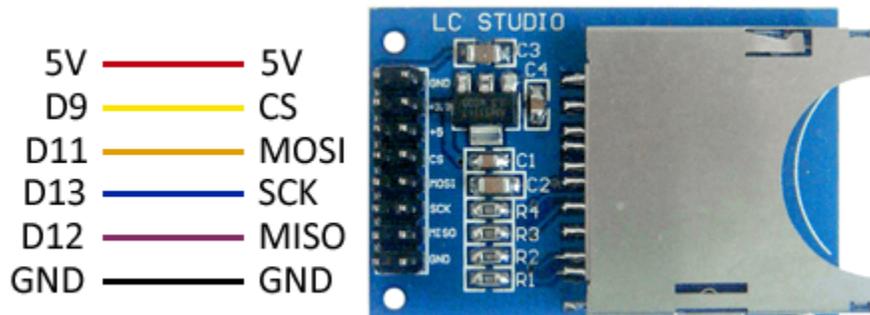


Figura 22. Modulo lector de memorias microSD

El quinto encuentro o sprint como se conoce en la metodología SCRUM, se logró instalar un lector de memoria micro SD, en el cual se podían escribir y leer los valores almacenados de las variables facilitadas por los sensores de humedad y temperatura. Esto se logró hacer creando un archivo de extensión .csv para poder manipularlo desde el programa, Microsoft Office Excel, de esta manera los datos

podían ser utilizados para la valoración del comportamiento de estas variables durante determinados tiempos o épocas del año.

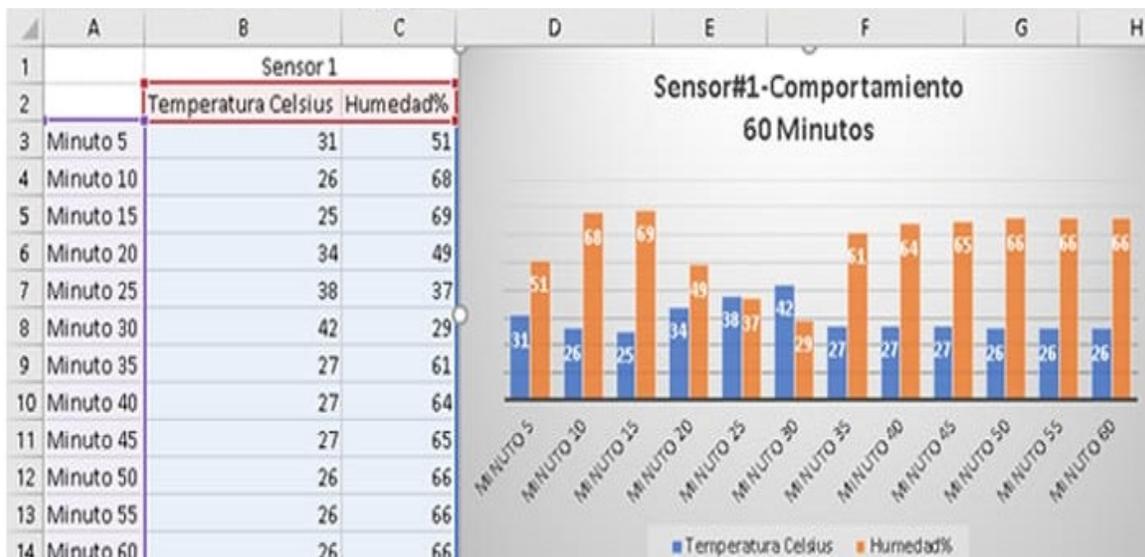


Figura 23. Gráfico de datos almacenados en microSD

Refinamiento de Backlog

De igual manera se presentaron las mejoras en la interfaz, para una mejor interactividad del usuario con el monitor del sistema automatizado, siendo una app con la que se podía familiarizar más rápidamente. El socio sugirió mejorar algunos detalles como los colores en la aplicación móvil.



Figura 24. Primera pantalla con diseño de app móvil

Sprint 6.

Se realizó la presentación del sistema de control y monitoreo remoto del deshidratador solar de hortalizas, se mostró la construcción del circuito finalizado desde el simulador, con el fin de recapitular todo lo llevado a cabo en el proceso, teniendo una excelente comprensión por parte del socio, esto debido al acompañamiento durante el desarrollo del producto facilitando así también, el uso con más facilidad y de manera correcta del sistema.

De esta manera se llevaron a cabo los diferentes sprints, basándonos en la metodología SCRUM, la cual fue una manera muy eficaz para obtener el sistema, que dio la solución idónea a la problemática presentada por los representantes de la institución MEFCCA.

Backlog Refinement (Refinamiento del backlog):

El refinamiento del backlog, o la revisión por parte del dueño del producto, se realizaba de manera fluida y efectiva, esto debido a la realización del **Scrum Team Meeting o reunión de equipo Scrum**, en lo antes mencionado se señalaba el compartir de la información de cada cambio o avance que se tenía en el producto, esto nos facilitó que cada vez que se llegó hasta esta parte del **Refinamiento del Backlog**, el socio no se encontró en ninguna reunión con algo desconocido, ya que siempre estaba siendo involucrado en el desarrollo y avance del sistema.

Esta parte iniciaba con una reunión donde se presentaba un prototipo del circuito físico y digital, primeramente, seguido del código para la comprensión de lo que realizaba cada elemento electrónico que formaba parte del sistema y finalizó haciendo una prueba de campo donde se podían ir validando las variables, la importancia y el funcionamiento de cada una de estas.

Sprint Review (Revisión del Sprint):

Tomando en cuenta el avance del proyecto, en conjunto con el dueño del producto se realizaba una revisión completa del sistema, basándonos en los puntos de la reunión inicial, la problemática y la posible solución. Se realizaba este estudio amplio abarcando todo lo realizado desde la primera reunión para que el socio

tuviese la oportunidad de hacer preguntas, aclarar esas incógnitas, realizar cualquier sugerencia y sobre todo validar que se estaba cumpliendo y realizando el producto correcto que resolvería su problemática.

Retrospective (Retrospectiva del Sprint):

En este espacio se valoró todo lo realizado en los puntos anteriores, los cuales a veces nos facilitaban puntos que se dejaron pasar por alto, pero que con esta Retrospectiva del Sprint se tomaban en cuenta para el fortalecimiento a futuro del sistema desarrollado.

De igual manera se tomó en cuenta las opiniones del dueño del producto o socio, ya que basándonos en todos sus aportes se obtuvo el sistema eficiente que dio la solución a su problemática.

Arduino es una tecnología con el objetivo ser accesible a todo el mundo, con una visión de que cualquiera, aunque sea ajeno al área de informática o programación pueda crear cosas nuevas con esta tecnología, el código del sistema deshidratador de hortalizas siendo parte de Arduino y de todo lo que este engloba se considera de uso libre para quien desee continuar mejorando este sistema.

El código se puede encontrar en este enlace:

https://drive.google.com/file/d/1zp1GDrnUDZPd6NhsmjgKUMyGd_zv0Lk-/view?usp=sharing

App inventor es el framework en el que se desarrolló la aplicación móvil, sin embargo, el sistema deshidratador funciona de manera independiente y la app está programada para cumplir con una tarea específica, es hecha a medida, esta app **no** es de uso libre y cuenta con derechos de propiedad que pertenecen a El Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa de Nicaragua – MEFCCA con sede en Estelí, la aplicación solo puede ser obtenida a través de esta institución con la adquisición de un sistema deshidratador.

6.3 Validar el funcionamiento del sistema en el deshidratador de hortalizas en cuanto a sus requerimientos funcionales y la aplicación de monitoreo en cuanto a usabilidad, accesibilidad y funcionalidad.

Para realizar la validación del sistema deshidratador de hortalizas se realizó una rubrica basada en los requerimientos funcionales planteados al final de los sprints de desarrollo.

Requerimientos Funcionales	Si	No
¿El sistema funciona independiente al sistema automático?	x	
¿Es posible apagar el sistema automático?	x	
¿El sistema puede medir la temperatura dentro de las distintas recamaras?	x	
¿El sistema puede determinar la humedad relativa dentro de las distintas recamaras?	x	
¿El sistema puede almacenar la información obtenida de sus sensores?	x	
¿El sistema es capaz de controlar el flujo de aire dentro de las recamaras?	x	
¿El sistema es capaz de mostrar los datos al usuario en tiempo real?	x	
Requerimientos de Uso Manual	Si	No
¿El usuario puede apagar por completo el sistema automatizado?	x	
¿El usuario puede controlar de manera independiente la compuerta de flujo de aire?	x	
¿El usuario puede elegir el no utilizar la app de monitoreo?	x	
Requerimientos de Uso Automatizado	Si	No
¿El sistema es capaz de accionar la compuerta de flujo de aire de manera automática?	x	
¿El sistema es capaz de exportar los datos de manera legible a una unidad de almacenamiento?	x	

¿El sistema es capaz de ser detectado mediante la conexión bluetooth de la app?	x	
¿El sistema es capaz de iniciar la medición de los datos automáticamente?	x	

Como se observa en la rúbrica el sistema deshidratador cumple con todos los requerimientos funcionales definidos en el proceso de desarrollo por lo que se considera validado.

A continuación, se presenta una rubrica para validar la aplicación móvil en cuanto a funcionalidad, usabilidad y accesibilidad.

Usabilidad	Si	No
Las interfaces son fáciles de usar para los usuarios.	X	
El diseño y los colores corresponden con los requerimientos del usuario.	X	
El menú cumple con los requerimientos del usuario.	X	
Accesibilidad	Si	No
Los controles e indicaciones son intuitivos al usuario	X	
Los botones permiten el acceso correctamente	X	
La app cuenta con diseño responsive para distintos dispositivos	X	
La app es compatible con las distintas versiones de Android	X	
La app muestra indicaciones de uso al realizar una acción de manera incorrecta.	X	
Funcionalidad	Si	No
La app establece correcta conexión con el sistema deshidratador	X	

La app permite actualizar la lectura de los datos	X	
La app sistema muestra las lecturas en tiempo real	X	
La app sistema muestra una gráfica lineal del comportamiento de las variables	X	
El sistema indica las acciones del sistema deshidratador.	X	

Aspectos funcionales variables:

El rango de conectividad bluetooth puede variar según el dispositivo Android ya que según su marca y fabricante incorpora módulos bluetooth de más o menor alcance en los dispositivos.

La app móvil se considera validada al cumplir con los requerimientos establecidos en los sprint de desarrollo y atendiendo a los puntos planteados en la rúbrica.

VII. Conclusiones

- El presente proyecto se realizó con el fin de la necesidad de controlar un sistema de deshidratación con el objetivo de agilizar el proceso y mejorar la calidad de sus resultados atendiendo así la necesidad de conservación de productos perecederos como lo son la cebolla u otros de los cuales por ciertas temporadas hay exceso de producción lo que provoca su pérdida y debido a la deficiencia de los sistemas actuales se propuso el reutilizar los deshidratadores existentes y realizar el proceso de implantación del sistema de control.
- Se evaluaron los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento del dispositivo de manera lógica, y operacional en cuanto a hardware, además de estudiar variables de entorno como la temperatura, humedad, velocidad del viento etc.
- Se programo una aplicación móvil capaz de recibir los datos de manera remota para su visualización y notificación con el objetivo de que su usuario sepa en todo momento que variables están afectando el proceso como el sistema automático las contrarresta.
- Con la implantación del sistema de automatización en el deshidratador se cumplieron múltiples propósitos como lo es el uso general de este prototipo para deshidratar, y como una herramienta de aprendizaje para futuros investigadores del área, obteniendo un beneficio mutuo entre la facultad, los estudiantes, y los socios que solicitaron el proyecto.
- Siguiendo y respetando la línea de investigación de microprocesadores y microcontroladores, esta se logró incorporar de buena manera, teniendo en cuenta que es una línea muy poco explorada en las distintas áreas a las que se asocia, siendo este proyecto de gran impacto en la innovación al abrir caminos a nuevas líneas de investigación más específicas según su tipo se afirma que no es tecnología nueva, pero si es un gran logro el que haya sido aplicada por estudiantes de manera útil.
- Se concluye que este proyecto es el deseo de estudiantes, docentes y muchas personas de aportar al desarrollo tecnológico de nuestro país siendo considerado como un proyecto multidisciplinario que contó con la participación de distintas áreas

y con un poco tratar de hacer mucho en más de un sentido como lo es el cuidado del medio ambiente y el evitar pérdidas naturales y monetarias por parte de los productores de hortalizas, se considera que este proyecto ha cumplido con sus objetivos y satisface las necesidades planteadas promoviendo el desarrollo tecnológico abarcando al máximo punto las ciencias de la computación e inspirando a otros a que realicen cada vez mejores proyectos.

VIII. Recomendaciones

Aquí se describen las propuestas a mejoras de este proyecto en relación a futuros investigadores que tengan interés en desarrollarlo aún más.

MEFCCA:

- Realizar Capacitaciones a quienes instalaran el equipo evitando su mal uso y por consiguiente daños al mismo.
- Utilizar Dispositivos móviles con un mínimo de 1gb de RAM y versión Android Jelly Bean 4.1 o superior.
- Subir la app a plataformas de fácil acceso a dispositivos como Playstore.

Agricultores:

- En caso de fallas en el sistema comunicarse con MEFFCA.

Estudiantes:

- Utilizar un Arduino mega ATmega2560, el cual cuenta con 54 pines digitales y 16 entradas analógicas, en caso de agregar más dispositivos al sistema actual.
- Antes de ubicar los sensores de humedad, y demás sensores realizar pruebas y verificar que registren valores de lectura.
- Utilizar resistencias emisoras de calor si se desea continuar con el proceso durante la noche.
- En la programación de la aplicación móvil, se recomienda la investigación y aplicación de nuevas tecnologías de programación como lo son los frameworks basados en Html, Css y Javascript los cuales también permiten la conexión con sistemas Arduino mediante módulos Bluetooth o Wifi.
- En caso de que donde se utiliza el dispositivo se cuente con internet, reemplazar el módulo bluetooth por uno wifi.
- Alimentar el sistema de Arduino a través de energía limpia que pueden ser paneles solares o energía eólica, añadiendo más valor al proyecto.
- Añadir nuevos mecanismos de control de variables.

IX. Bibliografía

- Aguayo, Paul. (2004, Noviembre 10). *Introduccion al Microcontrolador*. Obtenido de Google Academico:
<https://www.academia.edu/download/39407044/micro.pdf>
- Angulo Usategui, J., & Angulo Martínez, I. (2003). *Microcontroladores PIC Diseño de aplicaciones*. Madrid, España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U.
- Arduino. (s.f.). *Arduino.cc*. Obtenido de Arduino Uno SMD:
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUnoSMD>
- Beekman, G. (2005). *Introducción a la Informatica*. Madrid, España: PEARSON PRENTICE HALL.
- Betanzos Ramirez, J. D., & Lopez Gonzales, L. G. (2015). Desarrollo electronico con dispositivos moviles aplicado a iluminacion y control de acessos. (*Tesis para optar al titulo de Ingeniero en control y automatización*). Instituto Politecnico Nacional, Escuela superior de Inegenieria Mecanica y Electrica, Unidad Profesional "Adolfo Lopez Mateos", Mexico D.F.
- Bustos Palacios, D. A. (2017). Propuesta De Un Sistema De Control Y Automatizacion Con Administracion Remota Atravez De Un Smartphone Android Para El Riego Del Cultivo De Lechuga En La Finca Los Almendros Del Departamento De Jinotega En El Año 2017. (*Trabajo De Seminario De Graduación Para Optar Al Título De Ingeniero En Electrónica*). Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua UNAN-MANAGUA, Managua, Nicaragua.
- Cabero Almenara, J., & Llorente Cejudo, M. (2013). La Aplicación del Juicio de experto como tecnica de las tecnologias de información y comunicacion TIC. *Eduweb*, 14. Obtenido de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/1175/art01.pdf?sequence=1>

- Caicedo, A. (2017). *Arduino para Principiantes*. Vigo, España: IT Campus Academy.
- Cobo, R. (2017). *Multi lenguaje Documents*. Obtenido de El ABC de la Automatizacion : <https://vdocuments.site/el-abc-de-la-automatizacion-servomotores-por-raul-cobo-.html>
- Corbetta, P. (2003). *Metodología y técnicas de Investigacion Social*. Madrid, España: McGrawHill.
- Corredor, Ó. F., Pedraza, L. F., & Hernández, C. A. (2009). Tecnología Bluetooth: Alternativa para Redes de Celulares de Voz y Datos. *Vision Electronica*, 2. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4168662>
- Cruz Vílchez, F. J. (2012). *Programacion en Java*. Málaga, España: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.
- Cuello, J., & Vittone, J. (2013). *Diseñando apps para móviles*. (C. D. Giraldo, Ed.) . Obtenido de <https://books.google.com.ni/books?id=ATiqsjH1rvwC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Dávila, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y. *Revista de Educacion Laurus*, 184.
- Dimes, T. (2015). *Conceptos Básicos de Scrum: Desarrollo de Software Agile Y Manejo de Proyectos Agile*. Madrid, España: Babelcube, Inc. Recuperado el Octubre 9, 2020, de https://books.google.com.ni/books?id=ETuXBgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Garrido, C. (2008). Historia De La Computación. (*Tesis de Maestría en Docencia Universitaria con Especialización en Evaluación educativa*). Universidad de San Carlos de Guatemala, San Carlos, Guatemala.
- Gonzalez Velasco, J. (2009). *Energias Renovables*. Barcelona: Reverte, S.A.

- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1998). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernandez, C. A., & Davila Martinez, A. J. (2019). Kit robótico educativo a beneficio de niños y niñas de 5 años de preescolar del Centro Escolar de Primaria Público Las Jagüitas. (*Seminario de Graduación para optar al título de Ingeniero en Electronica*). Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua UNAN MANAGUA, Managua, Nicaragua.
- Integrait. (2019). *Desarrollando ideas, Integrando Tecnología*. Obtenido de <https://integrait.com.mx/blog/roles-de-scrum/#:~:text=El%20entendimiento%20de%20los%20roles,implementaci%C3%B3n%20exitosa%20de%20los%20proyectos.&text=Est%C3%A1%20conformado%20por%203%20roles,Miembros%20del%20Equipo%20de%20Desarrollo>).
- Jarabo Friedrich, F., Pérez Dominguez, C., Elortegui Escartin , N., Fernandez Gonzalez, J., & Macias Hernandez, J. (1998). *El libro de las Energias Renovables*. Madrid, España: Artes Gráficas Gala, S.L. .
- Levano, A. C. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit. Revista de Psicología*, 72.
- Llamas, L. (2016, Octubre 16). *LuisLlamas*. Obtenido de Ingeniería, informática y diseño: <https://www.luisllamas.es/tarjeta-micro-sd-arduino/>
- Lledó Sanchez, E. (2012). Diseño de un sistema de control domótico basado en la plataforma Arduino. (*Proyecto final para optar al título de Ingeniero Tecnico en Informatica de sistemas*). Universidad Politecnica de Valencia, Valencia,España.
- Manjarrez Cariillo , A. O., Banda Chavez, J. M., Damian Padilla, L. Y., Rodriguez Vidal, L. M., Peraza Arjona, O. F., Serrano Rubio, J. P., & Guzman, R. H. (2016). DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA MONITOREO DE TEMPERATURA Y CONTROL DE HUMEDAD DE PLANTAS. *Pistas Educativas*, 16.

- Massimo, B. (2008). *Getting Star with Arduino*. Sebastopol, California: O'Reilly Media, Inc.
- Medina Jaramillo, C. (2015). *Estudio del proceso de Deshidratación de alimentos frutihortícolas: Empleo de Microondas y Energía Solar*. Tesis, Buenos Aires, Argentina. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46496/Documento_completo.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Mendoza Ruiz, B. A., & Oporta Fonseca, N. S. (2017). PROTOTIPO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE MADERA EN LA “CORPORACIÓN INTERMUNICIPAL PARA EL DESARROLLO LOCAL (CIDEL) EN EL MUNICIPIO DE CATARINA-MASAYA”, AGOSTO 2016-MAYO 2017. (TRABAJO DE SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERIA ELECTRONICA). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN MANAGUA, Managua, Nicaragua.
- Mobiliza Academia. (2019, Julio 09). *Mobiliza Academia*. Obtenido de Fases de la Metodología Scrum: <http://academia.mobiliza.cl/fases-de-la-metodologia-scrum/>
- Obando Lopez, E. A., & Ortiz Moreno, G. (2017). Desarrollo De Un Sistema De Monitoreo De Parámetros Ambientales De Humedad Relativa, Temperatura, Presión Atmosférica Absoluta, Radiación Solar; Por Radio Frecuencia De Uso Como Fuente De Referencia A Nivel Nacional En La Unan-Managua. (Monografía Para Optar Al Título De Ingeniero Electrónico). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN MANAGUA-FAREM ESTELI, Managua, Nicaragua.
- Ocampo López, A., & Sánchez Sotó , E. A. (2011). *Hardware y Software*. Universidad Nacional Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, Mexico. Obtenido de https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/16657/PE_T1_U1_HardwareSoftware.pdf?sequence=1

- Olarte, L. G. (2018, Abril 23). *Conogasi*. Obtenido de Lenguaje de Programacion:
<http://conogasi.org/articulos/lenguaje-de-programacion/>
- Oviedo-Salazar, J., Badii, M., Lugo Serrato , O., & Guillen, A. (2015). History and Use of Renewable Energies . *International Journal of Good Conscience*, 1-7.
- Posada Prieto, F. (2019). Creando aplicaciones para móviles Android con. *Observatorio de Tecnología Educativa* , 1.
- Rodríguez Villamil, D. A., & Bohórquez Mariño, J. L. (2016). *Diseño de un Colector Solar de Placa Plana para la Deshidratacion de Productos Agroindustriales*. Tesis de pregrado, Universidad Libre, Departamento de Ingenieria Mecanica, Bogota, Colombia.
- Sainz, J. A. (2000). *Introducción a los Microprocesadores*. VITORIA-GASTEIZ: E.U.I.T.I. Obtenido de http://www.academia.edu/download/38192215/Introduccion_Micros.PDF
- Saiz, J. Á. (2017). Diseño y realizacion de un equipo de deshidratacion de alimentos mediante energia solar para la aplicacion de paises en desarrollo. (*Tesis*). Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España.
- Soler Llorens, J. L. (2019). Diseño, implementación y validación de sistemas de adquisición de datos sísmicos basados en Arduino. (*Tesis para optat a Doctorado*). Universidad de Alicante, Alicante, España.
- Stuchi, F. (2016). *Diseño, Construcción y Ensayo de una Estación Meteorológica con Fines Didácticos*. Trabajo Final para obtener el grado de Ingeniero Aeronáutico, Universidad Nacional De Córdoba, Córdoba, España. Obtenido de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/5058/Trabajo%20Final%20de%20Carrera%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tejeda Martínez, A., Méndez Pérez, I., Rodríguez, N. C., & Tejeda Zacarías, E. (2018). *La Humedad en la Atmosfera Bases físicas, instrumentos y aplicaciones*. Colima, Mexico: Direccion General de Publicaciones.

- Tena Suck, A., & Rivas Torres, R. (2007). *Manual de Investigación Documental: Elaboración de Tesinas*. Mexico D.F.: Plaza y Valdés, S.A. de C.V. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=jl8UIVp1xJIC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Teran Mayorga, S. A., Cruz Olivas , L. F., & Guevara Gutierrez , D. M. (2017). Proyecto instalación de un Sistema Solar Térmico para la producción de agua caliente sanitaria en el edificio de deportes UNAN-FAREM-ESTELÍ para uso didáctico en la carrera de Ingeniería en Energías Renovables. (*Tesis para optar al título de Ingeniero en Energías Renovables*). Facultad Regional Multidisciplinaria Farem-Estelí-UNAN-MANAGUA, Estelí, Nicaragua.
- Vargas, Z. R. (2009). La Investigación Aplicada: Una Forma de Conocer las Realidades con Evidencia. *Revista Educación*, 159.
- Wordpress. (2017, enero 23). *WordPress*. Obtenido de Aprendiendo Arduino: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/01/23/programacion-arduino-5/>

X. Anexos.

Cronograma de Actividades en Investigación Aplicada

Actividades	Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elección de tema y definición de problemática																
Antecedentes y planteamiento del problema																
Definición de Objetivos General y específicos																
Diseño de Marco Teórico																
Operacionalización de Variables.																
Diseño Metodológico																
Presentación de proyecto.																

Tabla 1 Cronograma de Actividades primer semestre 2020

Cronograma de Actividades de Desarrollo del proyecto

Actividades	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
SCRUM (Sprint) Reunión de planeación de sprint																
(Sprint 1) Presentación de primer prototipo en simulador.																
(Sprint 2) Presentación de prototipo en físico																
(Sprint 3) Presentar prototipo de app Móvil																
(Sprint 4) Mejoras en la interfaz y adición de más componentes																
(Sprint 5) Presentación de todos los avances añadiendo mejoras																
Defensa Final del Proyecto																

Tabla 2 Cronograma de Actividades segundo semestre 2020



FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA ESTELÍ FAREM ESTELÍ
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y SALUD

Guía de entrevista para caracterizar el proceso de la deshidratación de las hortalizas No 1: Objetivo: Determinar las variables **físicas** controlables y necesarias para la construcción de un sistema automatizado de control y monitoreo remoto en un deshidratador de hortalizas.

	Pregunta	Si	No	¿Por qué?	Análisis	Conclusión
1	¿Influye la hora del día en la descomposición de las hortalizas?			.		
2	¿La cantidad de humedad presente en las hortalizas es un factor determinante?					
3	¿Existe un límite de deshidratación al que pueden llegar las hortalizas?					
4	¿La densidad del viento es un factor determinante en el proceso de deshidratación?					
5	¿Es efectiva la deshidratación para conservar las hortalizas en relación al proceso de refrigeración?					
6	¿Es posible acelerar el proceso de deshidratación sin afectar el producto?					

Tabla 3 Guía de Entrevista 1



FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA ESTELÍ FAREM ESTELÍ
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y SALUD

Guía de entrevista para caracterizar el proceso de la deshidratación de las hortalizas No 2: Objetivo: Determinar las variables **climáticas** controlables y necesarias para la construcción de un sistema automatizado de control y monitoreo remoto en un deshidratador de hortalizas.

	Pregunta	Si	No	Análisis	Conclusión
1	¿Es la temperatura un factor cambiante en zonas cercanas?				
2	¿Es la velocidad del viento un factor Influyente en el proceso de deshidratación?				
3	¿Es la radiación solar un factor influyente en los cambios de las condiciones climáticas?				
4	¿La humedad relativa afecta el entorno dentro de un deshidratador?				

Tabla 4 Guía de Entrevista 2



FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA ESTELÍ FAREM ESTELÍ DEPARTAMENTO DE CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y SALUD

Guía de grupo focal. No 1: Objetivo: Scrum Planing

Se partirá de una estructura de presentación para cada participante en la que como dato general deberá proporcionar incluidos nosotros como participantes:

NOMBRES	CARGO
ING. ISaura MARÍA LÓPEZ	Representante del MEFFCA, Estelí
ING. WALTER LENIN ESPINOZA	Coord. Carrera Agro industrial
ING. FRANCISCO RODRIGUEZ	Representante del MEFFCA, Estelí e informante clave.
ARIEL FRANCISCO LÓPEZ MOLINA	Estudiante de Ing. En ciencias de la computación.
ELIEZER ALEJANDRO PONCE FALCON	Estudiante de Ing. En ciencias de la computación.

Puntos Generales a Evaluar

- Especialidades de los integrantes del grupo
- Problemática a evaluar
- Propuesta de solución a problemática
- Variables a evaluar.
- Cronograma de actividades.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Conocer las prácticas de postcosecha de los agricultores.
2. Conocer los métodos tradicionales que la población conoce y/o utiliza para conservar hortalizas, y su opinión sobre ellos.
3. Determinar las principales causas de pérdidas de hortalizas que presentan los agricultores.
4. Conocer las necesidades de los agricultores en la cosecha, almacenamiento y comercialización de granos.

5. Conocer actitudes, opiniones, percepciones y creencias con respecto a nuevas opciones tecnológicas para almacenamiento de hortalizas.
6. Identificar la factibilidad y los problemas potenciales para incorporar sistemas mejorados de postcosecha.
7. Determinar la demanda potencial para tecnologías de postcosecha.
8. Obtener información de la mejor forma de transferir sistemas mejorados de postcosecha.

Fotografías de la Implantación del sistema en el Deshidratador

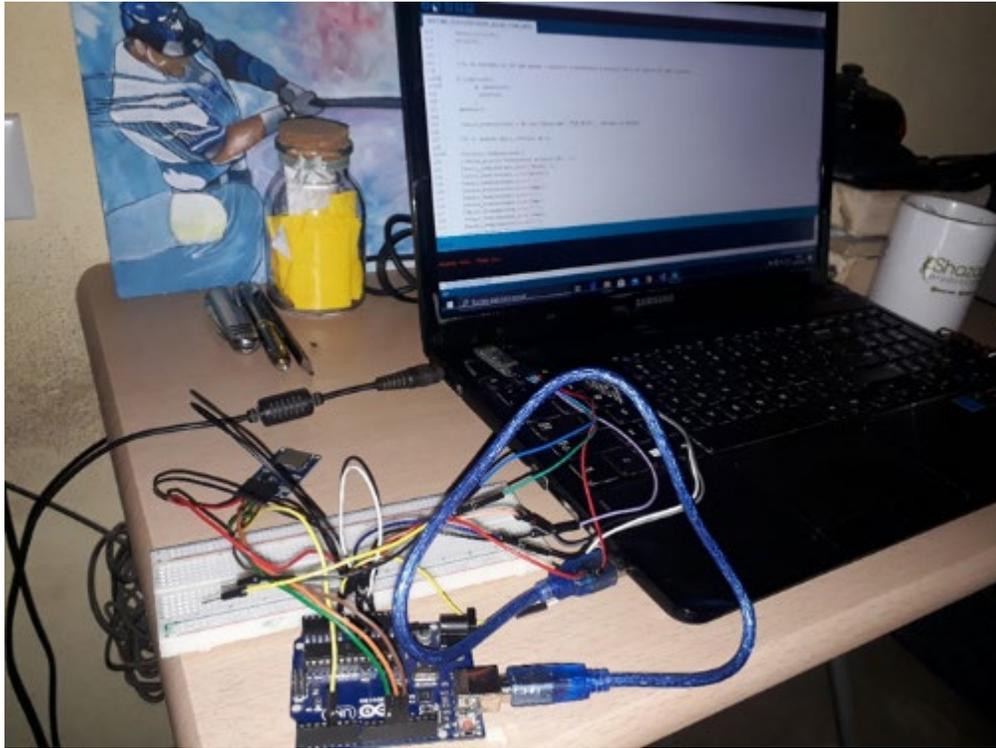


Figura 25. instalación de código a placa Arduino UNO

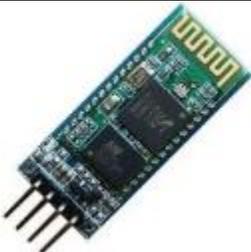


Figura 26. Instalación de sistema en el deshidratador de hortalizas



FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA ESTELÍ FAREM ESTELÍ
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS, TECNOLOGÍA Y SALUD

Tabla de presupuesto

NOMBRE PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	DESCRIPCIÓN
Arduino UNO Original		UNIDAD	35\$	35\$	
Servomotor Engranajes de metal con torque 20 kg m.	1	UNIDAD	15\$	15\$	
Sensor DHT11 Humedad y Temperatura	3	UNIDAD	6\$	15\$	
Modulo Bluetooth HC-06	1	UNIDAD	63\$	63\$	

Caja Plástica 2x4	1	UNIDAD	20\$	20\$	
Caja Plástica 6x4	1	UNIDAD	25\$	25\$	
Switch y Toma Corriente	1	UNIDAD	3\$	3\$	
Cable Protoduro	6	METRO S	1\$	6\$	
IMPREVISTOS	-	-	-	27\$	-
TOTAL \$	-	-	-	209\$	-

Tabla 5 Presupuesto del proyecto

Diagrama de conexión del sistema

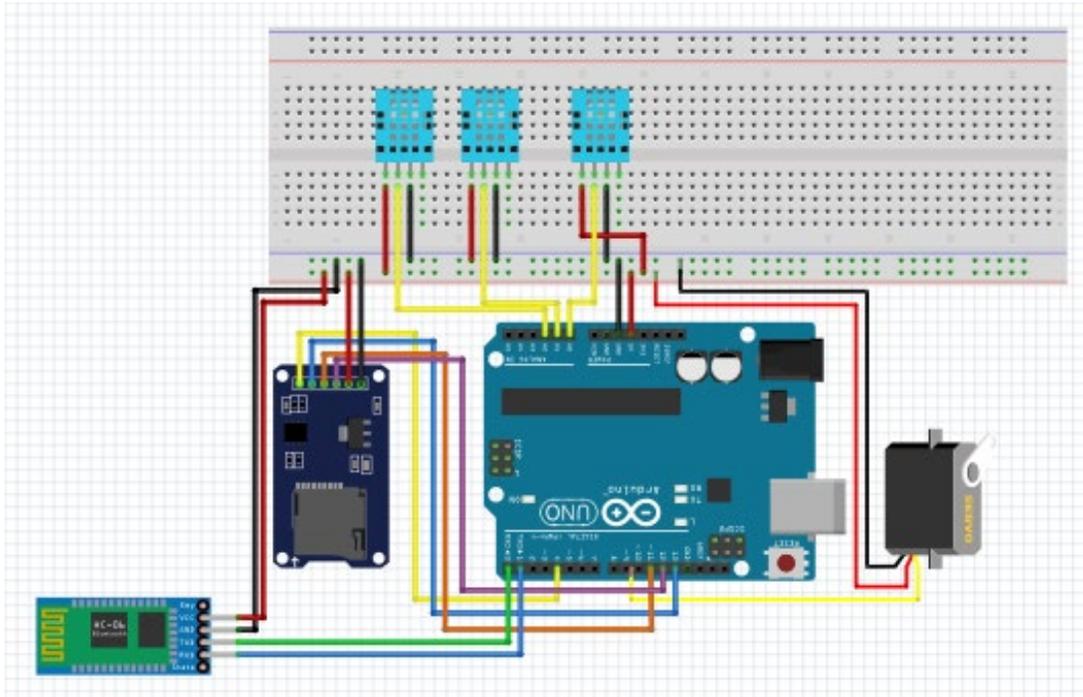


Figura 27. Diagrama de conexión del sistema