

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO



**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN FINANZAS E INFORMÁTICA
(F.A.F.I)**

ESCUELA DE SISTEMAS

TESIS DE GRADO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA EN
SISTEMAS**

TEMA:

Estudio del proceso de secado del cacao y su automatización para mejorar la producción en la finca “Sarita”, del Recinto Aguas Frías de Medellín, perteneciente al Cantón Ventanas, de la Provincia de Los Ríos.

AUTORES:

Danilo Wladimir Murillo Malagón
Víctor Nahon Cuasapaz Vera

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Hugo Guerrero

LECTOR DE TESIS

Ing. Geovanny Vega Villacís

Babahoyo – Los Ríos - Ecuador

2014

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Murillo Malagón Danilo Wladimir y Cuasapaz Vera Víctor Nahon, egresados de la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Administración, Finanzas e Informática de la carrera de Ingeniería en sistemas, libre y voluntariamente declaramos que la presente tesis titulada **“Estudio del proceso de secado del cacao y su automatización para mejorar la producción en la finca “Sarita”, del Recinto Aguas Frías de Medellín, perteneciente al Cantón Ventanas, de la Provincia de Los Ríos.”** ha sido elaborada en su totalidad por nuestras personas, asumiendo la responsabilidad de la autoría y reconociendo a la Universidad Técnica de Babahoyo los derechos de la misma como requisito final para la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas.

Murillo Malagón Danilo Wladimir

Cuasapaz Vera Víctor Nahon

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a tres importantes personas en mi vida, mi madre y mis padrinos, quienes vivieron una odisea, en el tiempo que nací. Mi madre por luchar contra viento y marea para traerme a este mundo, sin dudar ni un solo momento que me amaba con toda su alma, y a mis padrinos por brindarme, con toda su bondad sus apellidos, acto que llevo ceñido en lo más profundo de mi ser.

Víctor Nahon Cuasapaz Vera.

Este proyecto va dedicado para toda mi familia, en especial a mi padre y mi madre por darme la vida y haberme guiado por el camino del bien y del éxito.

Danilo Wladimir Murillo Malagón.

AGRADECIMIENTO

Con toda mi alma y corazón en capacidad de mis cinco sentidos agradezco en primera instancia al soberano rey de reyes y señor de señores Jesús, por brindarme la vida, la salud y la fortaleza para seguir adelante, a mis familiares desde mis abuelos, tíos, primos, hermanos y padres, quienes a lo largo de mi existencia han velado por mi crianza, educación y permanencia de los valores humanos, que día a día hacen de mi ser una mejor persona, a la familia Amazonas desde mis queridos jefes hasta los últimos colaboradores, que son un complemento fundamental para mi vida, y por ultimo pero indispensable, mis amigos quienes al momento de tropezar y caer me extendieron la mano para levantarme. Gracias por confiar enteramente en mí, en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por todos ellos que soy quien soy. Los amo con toda mi existencia.

Víctor Nahon Cuasapaz Vera.

En primer lugar agradezco a Dios por guiarme en el camino correcto, por permitirme alcanzar mis objetivos a pesar de las situaciones en las que me he encontrado, a mi padre que desde lo alto del cielo me da fuerza para seguir adelante, a mi madre por confiar en mí, y por darme todo su apoyo incondicional que una madre le da a un hijo, para nuestro tutor por su esfuerzo, dedicación apoyo brindado todo este tiempo que nos ha guiado en nuestro proyecto.

Danilo Wladimir Murillo Malagón

PÁGINAS PRELIMINARES

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
RESUMEN EJECUTIVO.....	IX

INTRODUCCIÓN.....	1
--------------------------	----------

CAPITULO I. EL PROBLEMA

1.1. Marco contextual de la investigación.....	2
1.1.1. Contexto Internacional.....	2
1.1.2. Contexto Nacional.....	3
1.1.3. Contexto local.....	4
1.2. Problema de Investigación.....	5
1.2.1. Situación Problémica.....	5
1.2.2. Formulación del Problema.....	6
1.2.3. Sistematización del problema.....	6
1.3. Delimitación de la Investigación.....	6
1.3.1. Delimitación Espacial.....	6
1.3.2. Delimitación Temporal.....	6
1.4. Justificación.....	7
1.5. Objetivos.....	8
1.5.1. Objetivo general.....	8
1.5.2. Objetivos específicos.....	8

CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL.

2.1 Antecedentes investigativos.....	9
2.2 Marco Conceptual.....	10
2.3 Marco teórico.....	12
2.3.1. Proceso de secado de cacao en el Ecuador.....	12
2.3.2. Sistemas de Secado que existen.....	13
2.3.2.1. Secado Natural.....	13
2.3.2.1.1. Tipos de tendales y sus variantes.....	13
2.3.2.1.1.1. Madera o caña.....	13
2.3.2.1.1.2. Cemento.....	14
2.3.2.1.1.3. Marquesinas.....	14
2.3.2.1.1.4. Carretera.....	15
2.3.2.2. Secado Artificial.....	15
2.3.3. Importancia del secado del cacao.....	16
2.3.4. Tiempo de secado del cacao.....	16
2.3.5. Cacao CCN-51.....	17
2.3.5.1. Características Principales del Cacao CCN-51.....	17
2.3.6. La tecnología y su aplicación en la agronomía.....	18
2.3.7. Sistemas SCADA.....	19
2.3.7.1. Ventajas de los Sistemas SCADA.....	21
2.3.7.2. Arquitectura de un sistema SCADA.....	22

2.3.8. NI LabView.....	23
2.3.8.1. Programación gráfica.....	23
2.3.8.1.1. Panel frontal.....	23
2.3.8.1.2. Diagrama de bloques.....	24
2.3.9. IGSS FREE 50.....	25
2.3.9.1. Características de IGSS TREE 50.....	25
2.3.10. PLC (Controlador Lógico Programable).....	26
2.3.10.1. ¿Para qué se lo utilizan?.....	26
2.3.10.2. Partes de un controlador lógico programable.....	26
2.3.10.2.1. Sección de entrada/Salida.....	27
2.3.10.2.2. Procesador.....	27
2.3.10.2.3. Dispositivo de programación.....	28
2.3.10.3. Tipos de PLC.....	28
2.3.10.3.1. PLC Nano.....	28
2.3.10.3.2. PLC Compacto.....	28
2.3.10.3.3. PLC Modular.....	28
2.3.11. Microcontrolador PIC.....	29
2.3.11.1. Características de los microcontroladores.....	29
2.3.11.2. Clasificación de los microcontroladores.....	30
2.3.12. Sensor.....	31
2.3.12.1. Tipos de Sensores.....	31
2.3.12.2. Características de los sensores.....	31
2.3.12.2.1. Características estáticas.....	31
2.3.12.2.2. Características dinámicas.....	31
2.3.12.3. Modelos de sensores.....	32
2.3.12.3.1. Sensor de lluvia.....	32
2.3.12.3.1.1. Sensor de lluvia SHT-012.....	32
2.3.12.3.1.1.1. Características.....	32
2.3.12.3.2. Sensores de humedad.....	32
2.3.12.3.2.1. Sensor DTH11 y DHT22.....	32
2.3.12.3.3. Sensores de temperatura.....	33
2.3.12.3.3.1. Sensores DS18B20.....	33
2.3.12.3.4. Sensor capacitivo.....	34
2.3.13. Actuadores.....	34
2.3.13.1. Motor Eléctrico.....	34
2.3.13.1.1. Tipos de motores.....	35
2.3.13.1.1.1. Motorreductores.....	35
2.3.13.1.1.1.1. S330012 motor DC reductor 12V 150 RPM.....	36
2.3.13.1.1.1.2. S330024 motor DC reductor 12V 5, 5 RPM.....	36
2.3.13.1.1.1.3. S330016 motor DC reductor 12V 50 RPM.....	36
2.3.13.1.1.2. Servomotor.....	37
2.3.13.1.1.2.1. Tipos de servomotores.....	37
2.3.13.1.1.2.2. Características principales.....	37
2.4. Postura Teórica.....	38
2.5. Hipótesis. (O idea a defender).....	38
2.4.1. Hipótesis General.....	38
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	38
2.6. Variables.....	39

2.6.1. Variables Dependientes.....	39
2.6.2. Variables Independientes.....	39
2.7. Operacionalización de las variables.....	39

CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	40
3.2. Métodos.....	40
3.3. Técnicas e Instrumentos.....	41
3.3.1. Técnicas.....	41
3.3.2. Instrumentos.....	41
3.4. Población y muestra.....	42
3.4.1. Población.....	42
3.4.2. Muestra.....	43
3.4.2.1. Tipos de Muestra.....	43
3.4.2.2. Tamaño de la Muestra.....	43
3.5. Organización y procesamiento de la información.....	44
3.6. Metodológico para la prueba de la hipótesis.....	45

CAPITULO IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1 Descripción de resultados de las encuestas.....	46
4.2 Descripción de resultados de las entrevistas.....	51
4.3 Diseño.....	56
4.3.1. Diseño de estructura de la pérgola.....	56
4.3.2. Rastrillo.....	56
4.3.3. Tendal de madera.....	57
4.3.4. Diagrama esquemático general del circuito.....	58
4.3.5. Diagrama esquemático general de los sensores.....	59
4.3.6. Diagrama de micro controlador y teclado.....	59
4.3.7. Diagrama de control del motor de remoción.....	60
4.3.8. Diagrama de control del motor de lluvia.....	60
4.4. Interpretación y discusión de resultados.....	61
4.4.1. Encuestas.....	61
4.4.2. Entrevistas.....	62
4.4.3. Diseño de estructura general de la máquina.....	63
4.4.4. Diseño esquemático general del circuito.....	64

CAPITULO V. CONCLUSIONES.....

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES.....

CAPITULO VII. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

6.1. Título.....	67
6.2. Objetivos de la propuesta.....	67
6.2.1. General.....	67
6.2.2. Específicos.....	67
6.3. Justificación.....	68
6.4. Factibilidad de la propuesta.....	69

6.5. Actividades.....	69
6.6. Evaluación de la propuesta	69

CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFÍA..... 70

ANEXOS.

Anexo N° 1. Formulario de encuesta.....	75
Anexo N° 2. Formulario de entrevista.....	76
Anexo N° 3. Software de Desarrollo Mikrobasic.....	77
Anexo N° 4. Código de programación.....	81
Anexo N° 5. Software de programación pickit2.....	90
Anexo N° 6. Software de Interfaz NI Labview.....	93
Anexo N° 7. Manual de usuario.....	98
Anexo N° 8. Proyecto final.....	100

Índice de Tablas

Tabla 1. Características de las almendras del cacao "CCN-51"	18
Tabla 2. Características de IGSS TREE 50.....	25
Tabla 3. Resumen de la relación familia - gama en los microcontroladores PIC.	30
Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente e independiente.....	39
Tabla 5. Delimitación de la población del Recinto Aguas Frías de Medellín.....	42
Tabla 6. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para saber el sistema de secado de cacao que utilizan.	46
Tabla 7. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para determinar el tipo de tendal que es utilizado para el proceso de secado.....	47
Tabla 8. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para saber si la calidad del producto se vea afectado por no tener un buen secado	48
Tabla 9. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para determinar si las lluvias son un factor que impide el apropiado proceso de secado del producto.....	49
Tabla 10. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para saber si al no disponer de un proceso continuo para el secado de la almendra se prolongaría el tiempo para disminuir el porcentaje de humedad	50
Tabla 11. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para determinar el tendal más adecuado para el proceso de secado del cacao.	51
Tabla 12. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para saber si la calidad del producto se vea afectado por no tener un buen secado	52
Tabla 13. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para saber qué acciones tomar si el proceso de secado de cacao se alarga por factores climáticos.....	53

Tabla 14. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para determinar si la remoción de la almendra de cacao que se realiza el primer día es la misma durante los siguientes días.....	54
Tabla 15. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para saber si varía el proceso de secado del cacao dependiendo de las estaciones del año	55

Índice de Figura

Figura 1. Tendal económico construido a base de madera, provisto de cubierta plástica fácilmente enrollable.....	12
Figura 2. Proceso de secado natural.....	13
Figura 3. Tendal de madera con piso corredizo.....	14
Figura 4. Tendal de cemento.....	14
Figura 5. Tendal de marquesina.	15
Figura 6. Uso del secado de cacao en las carreteras.....	15
Figura 7. Secadora Artificial.....	16
Figura 8. Secadora artificial estacionaria.....	16
Figura 9. Herramientas utilizadas para las remociones del cacao.....	17
Figura 10. Estructura básica de un sistema de Supervisión y Mando.....	23
Figura 11. Vista del panel frontal.....	24
Figura 12. Diagrama de bloques.....	24
Figura 13. Estructura básica de un controlador lógico programable.....	27
Figura 14. Esquema de bloques general de un microcontrolador.....	29
Figura 15. Motorreductores con diferente tipo de salida de eje.....	35
Figura 16. Estructura de una Pérgola.....	56
Figura 17. Rastrillo de Madera.....	56
Figura 18. Estructura de un tendal de Madera con Parantes.....	57
Figura 19. Diagrama esquemático General del Circuito.....	58
Figura 20. Diagrama Esquemático Sensores.....	59
Figura 21. Diagrama Microcontrolador y teclado.....	59
Figura 22. Diagrama de Control del Motor de Remoción.....	60
Figura 23. Diagrama de Control de Motor de Lluvia.....	60
Figura 24. Primer paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC.....	77
Figura 25. Segundo paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC...77	77
Figura 26. Tercer paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC.....	78
Figura 27. Cuarto paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC.....	78
Figura 28. Quinto paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC.....	79
Figura 29. Sexto paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC.....	79
Figura 30. Séptimo paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC....	80
Figura 31. Octavo paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC.....	80
Figura 32. Proyecto creado Satisfactoriamente.....	81

Figura 33. Conexión de Hardware	90
Figura 34. Icono de PICKit 2.....	90
Figura 35. Visualización frontal del programador PICKit 2	91
Figura 36. Indicación para Importar Un archivo .Hex.....	91
Figura 37. Visualización de como programar el dispositivo (PIC 16f886).....	92
Figura 38. Configuración del puerto de comunicación.....	93
Figura 39. Diagrama de bloque.....	93
Figura 40. Principales componentes de medición utilizados.....	94
Figura 41. Principales bloques de funciones.....	95
Figura 42. Ejemplo de la visualización del panel frontal.....	96
Figura 43. Ejemplo de la visualización del Diagrama de bloque	97
Figura 44. Visualización del panel frontal del Proyecto	97
Figura 45. Visualización del Diagrama de bloque del Proyecto.....	98
Figura 46. Indicación del funcionamiento de cada elemento del software	98

Índice de Gráfico

Gráfico 1.- Tabulación de la pregunta # 1	46
Gráfico 2.- Tabulación de la pregunta # 2	47
Gráfico 3.- Tabulación de la pregunta # 3.....	48
Gráfico 4.- Tabulación de la pregunta # 4.....	49
Gráfico 5.- Tabulación de la pregunta # 5.....	50
Gráfico 6.- Tabulación de la pregunta # 1	51
Gráfico 7.- Tabulación de la pregunta # 2	52
Gráfico 8.- Tabulación de la pregunta # 3.....	53
Gráfico 9.- Tabulación de la pregunta # 4.....	54
Gráfico 10.- Tabulación de la pregunta # 5.....	55

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de tesis se desarrolla en la finca “Sarita”, del Recinto Aguas Frías de Medellín, perteneciente al Cantón Ventanas, su actividad es la producción y venta de cacao, maíz y gandul.

El problema principal de esta finca que se ha presentado anteriormente, es la deficiencia en el secado de cacao, debido a que el personal encargado debe estar pendiente desde el momento que la almendra se expone al sol hasta cuando termina el secado, corriendo el riesgo que este proceso pueda ser afectado por lluvia, humedad, polvo o la contaminación de los gases tóxicos; otro factor es la superficie donde se tiende el cacao que en muchos casos no es eficiente, así como no existe la debida capacitación técnica de este proceso orientados a los pequeños y grandes productores, provocando con este accionar que la producción del cacao se vea gravemente afectada en cuanto a su calidad.

Las metodologías de investigación aplicada a la tesis se sustentan en la inducción y deducción, usando técnicas de observación, test, encuesta y la entrevista. Las encuestas fueron realizadas a los pequeños agricultores, de donde se determinó que el sistema de secado de cacao que utilizan es el natural obteniendo aproximadamente el 20% de humedad del grano, en una superficie de cemento.

Las entrevistas fueron efectuadas a personas expertas en esta área para saber cuál es la superficie adecuada para el proceso de secado, se estableció que el porcentaje de humedad óptimo de la pepa de cacao es el 8% y que la mejor superficie de secado del cacao es la madera.

Frente a esta situación de la finca, se desarrolló un sistema de automatización a través de NI LabView debido a su facilidad de implementación y su interfaz gráfica es amigable para el usuario, compuesto por motores y sensores, los cuales permiten dar movimientos a las actividades de remoción del cacao, y el desplazamiento del techo evitando que el cacao se moje por causa de las lluvias, permitiendo tener

el producto tendido hasta que éste obtenga el 8% de humedad, sin tener el peligro de que el cacao se moje, ayudando a obtener excelentes resultados en cuanto a la calidad de secado del cacao.

Mediante las pruebas desarrolladas en el campo permiten concluir que una de las mejores superficies para el proceso de secado del cacao es la madera, porque aumenta las características organolépticas (sabor y aroma) en la pepa del cacao.

SUMMARY

The thesis project is developed in the "Sarita" farm Campus Aguas Frias de Medellín, belonging to the Ventanas Canton, its activity is the production and sale of cocoa, maize and pigeonpea. The main problem of this farm that has been presented above, is the deficiency in the drying of cocoa, because the personnel must be aware from the moment almond exposed to sunlight when drying ends up running the risk this process may be affected by rain, humidity, dust or contamination from toxic gases; Another factor is the surface where the cacao which in many cases is not efficient tends, as there is no proper technical training of this process oriented small and large producers, resulting in this action that cocoa production is seriously affected in terms of quality.

Research methodologies applied to the thesis are based on induction and deduction, using observation techniques, test, survey and interview. The surveys were conducted to small farmers, where it was determined that the cocoa drying system used is the natural obtaining approximately 20% grain moisture in a concrete surface. Interviews were conducted with experts in this area to know the suitable surface for drying process was established that the optimal humidity of the cocoa pit is 8% and that the best surface drying of cocoa wood.

Faced with this situation of the farm, an automation system developed by NI LabView due to its ease of implementation and its graphical interface is user friendly, consisting of motors and sensors, which allow to movements activities removal of cocoa, and displacement of the roof preventing cocoa wet because of the rain, allowing tended to have the product until it obtains the 8% moisture, without the danger of getting wet cocoa, helping to obtain excellent results in terms of quality cocoa drying.

Using tests developed in the field to conclude that one of the best areas for the drying of cocoa is wood, because it increases the organoleptic (taste and aroma) in the pit of cocoa.

INTRODUCCIÓN

Aun en la actualidad los pequeños agricultores, siguen usando técnicas empíricas para realizar el proceso de secado del cacao, a ellos lo único que les interesa es secarlo a como dé lugar, lo más rápido posible, no importando en que superficie lo tienden, o si las personas o animales lo aplasten, sin preocuparse por el tipo de calidad del producto.

Hoy en día vivimos en una era donde la tecnología está avanzando a pasos agigantados, y esto nos obliga a ser más competitivos cada día en cuanto a la calidad de los productos existentes en nuestro país. Somos el sexto país con mayor producción de cacao en el mundo (Rosero, Saavedra, & Ipanaqué, 2012), debemos hacer merito a esto y brindar producciones de calidad.

De aquí nace la expectativa de realizar un estudio del proceso de secado de cacao en la finca “Sarita”, del Recinto Aguas Frías de Medellín.

Nuestro proyecto está ambientado en crear un sistema automatizado que me ayude a mejorar el proceso de secado de cacao optimizando los costos de operación en mano de obra, esperando producir un cacao de mejor calidad.

Su método de operar será idéntico al secado natural, pero con parámetros estandarizados en obtener la humedad necesaria.

CAPITULO I.

EL PROBLEMA

1.1.Marco contextual de la investigación

1.1.1. Contexto Internacional

La entrada a nuevos mercados y el desarrollo de Ecuador como productor global, son resultados positivos. Según un estudio de mercado de Transmar, una de las empresas más grandes, productoras de derivados del cacao, Ecuador pasó a ser el sexto país más importante en producción en el 2013. Hasta el 2012, ocupaba el séptimo lugar, después de Brasil. Hoy, Ecuador se encuentra debajo de los grandes productores: Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Camerún y Nigeria. (Grupo El Comercio, 2014)

Desde este punto de vista netamente comercial, la competencia es la que mueve el mundo y causa la innovación y el desarrollo de tecnologías para mejorar la calidad de los productos que se ofertan. Pero también impulsa la creatividad de cada ciudadano que quiere lo mejor para su país.

En Perú - Tarapoto – San Martín, la empresa Romex promueve un mejor manejo de calidad en la cosecha y post cosecha, manifestando que el secado es uno de los procesos más importantes del beneficio.

Esto ha llevado, en alianza con el Programa de Desarrollo Alternativo (PDA) de USAID-Perú, a la creación de una simple pero novedosa técnica para consolidar el secado del grano: el uso de bandejas con malla de pescar.

Con este sistema el grano se seca en condiciones muy limpias y su manipulación es sencilla, disminuyendo el esfuerzo de los agricultores e incrementando notablemente la calidad del producto. En caso de haber

lluvias el cacao se cubre con un plástico tratando de que no se moje y se retira rápidamente cuando deja de llover para continuar con el secado.

Romex trabaja con una red de comités de productores de cacao en la región San Martín, donde se viene implementando este sistema para el secado del grano que es muy útil para los productores peruanos. (Boluarte Carbajal, Vargas Céspedes, & Zulueta Villalta, 2011)

Otro tipo de secado de cacao es creado por la empresa brasileña Braskem, una de las 50 empresas más innovadoras del mundo.

Braskem presentó nuevas estufas que usan películas plásticas y pantallas especiales para el secado de cacao. La tecnología fue desarrollada específicamente para los asociados de la Cooperativa Agroindustrial de Cacao Fino - COOPERBAHIA, y contó con la participación de Tropical Estufas, Electro Plastic y Roma. Es muy innovadora, la iniciativa porque reduce de forma significativa el costo del proceso de secado de la almendra y aumenta la productividad de forma eficiente.

«Una etapa de gran importancia en el tratamiento del cacao es el secado. Si se realiza muy rápidamente o muy lentamente, las almendras pueden perder calidad. En este sentido, la estufa de plástico permite que se controlen las condiciones de secado de forma que garantice un excelente cacao, sin pérdida en la productividad. La principal diferenciación de esta iniciativa fue reunir todos los eslabones de la cadena para que cada uno agregara su conocimiento y nos llevara a una solución vencedora», afirma Eimar Sampaio Rosa, director accionista de M. Libânio Agrícola S.A., y director Agrícola y Comercial de COOPERBAHIA. (Odebrecht, Marcelo, 2013)

1.1.2. Contexto Nacional

El mejoramiento técnico y la implementación de nuevos mecanismos desarrollados por la dirección provincial del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) son algunos de los beneficios

del Programa de Innovación Tecnológico, para mejorar el desarrollo del sector cacaotero.

Con la instauración de las Escuelas de la Revolución Agraria (ERA), por parte de este organismo, se abarcó a muchas asociaciones que venían ejerciendo las labores de siembra y comercio de cacao sin obtener mayor rentabilidad.

A través de los programas de financiamiento del MAGAP esta realidad fue cambiada, brindando fondos no reembolsables para la construcción de centro de acopio, construcción de marquesinas para secado e implementación de maquinaria para la elaboración de pasta de chocolate, en las parroquias y agrupaciones cacaoteras.

El caso de la Asociación “Sin Fronteras”, ubicada en el recinto Cristóbal Colón, se construye el primer centro de acopio de la localidad. “Al fin tendremos un lugar en donde almacenar y secar nuestra producción de una manera higiénica”, expresó Julián Zambrano, agricultor beneficiado.

La responsable de la Unidad de Innovación Tecnológica del MAGAP, Jacqueline Rivas, expreso que la “comercialización transparente de su producto”, es otro de los beneficios obtenidos por los agricultores de esta semilla, en la actualidad se negocia directamente con las entidades privadas para la compra y venta, sin necesidad de intermediarios. (Diario La Hora, 2013)

1.1.3. Contexto local

El Recinto Aguas Frías de Medellín perteneciente al Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos, genera algunos productos agrícolas entre ellos maíz, soya, gandul y cacao.

Para los agricultores de esta zona cultivar la tierra es un arte, por esta razón lo hacen desde muchos años atrás y actualmente la mayoría de ellos cuentan con un sembrío de cacao, el mismo que en la mayoría de sus procesos es tratado empíricamente hasta llegar a su venta.

Tenemos claro que en este recinto no se realiza un proceso de secado de cacao automatizado, el proceso que realizan los pequeños agricultores es el tradicional secado natural, usando tendales de cemento, el cual no es recomendado para extraer la humedad de las almendra, debido a las altas temperaturas solares y a la permanencia que tienen los rayos solares sobre la plataforma de hormigón.

1.2. Problema de Investigación

1.2.1. Situación Problémica

En la actualidad la demanda en los mercados internacionales de la producción de cacao ha incrementado; Ecuador no es la excepción, condicionalmente vivimos en un mundo globalizado generando grandes beneficio para la economía ecuatoriana.

Para tener productos de calidad es muy importante el proceso de secado del cacao, el productor lo realiza de forma empírica teniendo ciertos inconvenientes al momento de secar su producto debido a factores climáticos o la forma como se la obtiene.

La finca “Sarita” ha venido presentando una deficiencia en el secado de cacao, por que el personal encargado debe estar pendiente desde el momento que la almendra se expone al sol hasta cuando termine el secado, corriendo el riesgo que este proceso pueda ser afectado por lluvia, humedad, polvo o ceniza volcánica; otro factor es la superficie donde se tiende el cacao que en muchos casos no es eficiente, así como no existe la debida capacitación técnica de este proceso orientados a los pequeños y grandes productores provocando con este accionar que la producción del cacao se vea gravemente afectada en cuanto a su calidad.

La producción del cacao anual de la finca Sarita es de veinticinco quintales por hectárea resultado que se ve afectado por el problema descrito anteriormente.

Gracias al avance tecnológico, muchos de los procesos de la agricultura han sido automatizados generando de esta manera productos de calidad.

1.2.2. Formulación del Problema

¿Cómo se afecta la calidad del cacao con el proceso actual de secado?

1.2.3. Sistematización del problema

¿Cómo es el proceso de secado de cacao en la finca “Sarita”?

¿Cuáles son las plataformas SCADA que pueden utilizarse para su aplicación en procesos de secado?

¿Cómo debe ser un prototipo para la automatización del secado de cacao?

1.3. Delimitación de la Investigación

1.3.1. Delimitación Espacial

La investigación se desarrollara en la finca “Sarita”.

Ubicación:

- Dirección: Recinto Aguas Frías de Medellín
- Parroquia: Ventanas
- Cantón: Ventanas
- Provincia: Los Ríos
- País: Ecuador

Campo: Automatización y producción de cacao.

Área: Agronomía.

Aspecto: Sistema de Automatización.

1.3.2. Delimitación Temporal

El trabajo de investigación se realizará durante el año 2014.

1.4. Justificación

El proyecto se enfatiza en mejorar el control de secado permanente del cacao, siendo parte fundamental para obtener un producto de calidad; En la actualidad, el método comúnmente utilizado, es el secado directo al sol en tendales de cemento, lo que ocasiona la pérdida de tiempo y en muchos de los casos se deteriora la producción al no tener un proceso adecuado.

Esta mejora del proceso de secado permitirá al productor dejar su cacao dentro de la estructura del sistema automatizado sin la preocupación de que su producto se moje, durante el proceso de secado la almendra será movida automáticamente por este sistema; con la finalidad de brindar un servicio adecuado, logrando una evolución favorable del cacao, manteniendo la calidad y de esta manera se apreciará la importancia que adquiere la realización correcta de cada proceso.

Existirá un gran beneficio para esta finca porque por medio de este sistema obtendrá un mejor precio de su producto en el mercado salvando, su calidad, aroma y secado óptimo. Hay que tener en cuenta que la mano de obra se reducirá y el esfuerzo del operador disminuirá, porque este será capacitado para manejar este sistema automatizado dejando en el pasado las adversidades tales como: las lluvias que de un momento a otro caen obligan a recoger de inmediato la pepa del cacao para después que se quiten las lluvias, tenderlo nuevamente hasta que se cumplan los días apropiados para completar el proceso de secado; el estar expuesto al sol moviendo el cacao, siendo este pisoteado por sus colaboradores en el momento del proceso de secado; estar expuesta la almendra al polvo de la calle y las diversa contaminaciones que en ella ocurre.

Todo este panorama de adversidades, y problemas serán cosa del pasado para la finca “Sarita”, que día a día evoluciona en vías del avance tecnológico. Siendo un ejemplo para todos los agricultores del sector y un impulso fuerte para el desarrollo del recinto Aguas Frías de Medellín.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Mejorar el proceso de secado de la almendra de cacao utilizando Sistemas SCADA en la finca “Sarita”, del Recinto Aguas Frías de Medellín, perteneciente al Cantón Ventanas, de la Provincia de Los Ríos.

1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar el proceso de secado de la almendra de cacao para establecer técnicas que ayuden a mejorar el control de secado de cacao.
- Comparar las diversas plataformas SCADA que puedan ser aplicadas en los procesos del secado.
- Diseñar un prototipo para la automatización del proceso de secado de cacao.

CAPITULO II.

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

Jorge Marcelo Siguencia Ávila, Ingeniero Químico. Desarrollo la tesis “EVALUACION DE UN SECADOR SOLAR INCLINADO CON ABSORBEDOR DE ZEOLITA PARA GRANOS DE CACAO. CCN51”, nos sirve para guiarnos en el desarrollo de la superficie donde se colocara el cacao. (Siguencia Avila, 2013)

García Silva Evelyn Vanessa y Sampedro Naranjo Diana Elizabeth, desarrollaron la tesis “ESTUDIO DE MERCADO PARA DETERMINAR LA PRE-FACTIBILIDAD DE CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMPRESA SECADORA ARTIFICIAL DE CACAO EN EL RECINTO CARRIZAL PERTENECIENTE AL CANTÓN MILAGRO”, esta tesis nos servirá de ayuda para guiarnos en el adecuado proceso de secado de cacao. (Garcia Silva & Sampedro Naranjo, Repositorio Digital Universidad Estatal de Milagro, 2013)

Logroño Llumiquinga Carlos Washington y Zúñiga Rosero William Oswaldo desarrollaron la tesis “REALIZACIÓN DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO NI LABVIEW Y PIZARRA DIGITAL PARA EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA”, nos servirá de guía para la elaboración de un sistema Scada con NI LabView. (Logroño Llumiquinga & Zúñiga Rosero, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013)

2.2. Marco Conceptual

Proceso. Según (Albert Suñe Torrents, 2004) definen de forma general un proceso como una secuencia de operaciones que transforman unas entradas (inputs) en unas salidas (outputs) de mayor valor. Y de manera particular definen al proceso productivo como una secuencia definida de operaciones que transforma unas materias primas o productos semielaborados en un producto acabado de mayor valor.

Producción. Según (Luque, 2006) definen la producción como la actividad a través de la cual los seres humanos actuamos sobre la naturaleza, modificándola para adaptarla a nuestras necesidades, o, lo que es lo mismo, el proceso mediante el cual se transforman materiales en productos o se realiza un servicio.

Secado. Según (Castells, 2012) define el secado como una operación física donde el agua se evapora en la superficie del cuerpo y el vapor de agua es arrastrado por la corriente de aire.

Calidad. Según (Soriano, 1999) la calidad es el conjunto de propiedades y características que definen su actitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas.

Sistemas Scada. Según (Penin, 2007) los Sistemas de Supervisión de Control y Adquisición de Datos permiten la gestión y control de cualquier sistema local o remoto gracias a una interfaz gráfica que comunica al usuario con el sistema.

LabView (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench). Es un lenguaje de programación de tipo gráfico que está enfocado al desarrollo de aplicaciones para el control de instrumentación. Uno de sus objetivos es facilitar el desarrollo de aplicaciones a programadores no expertos en informática. (Molina Martínez & Jiménez Buendía, 2010)

Sensores. Según (Maria Isabel Alfonso Galipienso, 2003) un sensor es un aparato que mide alguna variable del entorno y que la traduce en una señal medible. A menudo se utiliza la palabra traductor, es el elemento del sensor que transforma la energía asociada a lo que se desea medir en otra forma de energía.

Ventilador. Según (Pérez A. G., 2003) define un ventilador como una turbomáquina que trabaja con aire u otros gases, generando presiones no muy elevadas que permiten considerar el flujo a su través como incompresible. Existen diferentes tipos de ventiladores en función de su geometría: centrífugos, axiales, mixtos y de flujo cruzado.

Circuito Eléctrico. Según (Campomanes, 1990) dice que se conoce con el nombre de circuito electrónico a todo conjunto formado por resistencias, bobinas, condensadores, transformadores, generadores, etc., conectados entre sí y en los cuales cuando se produce una excitación de tensión, corriente, etc., se origina una respuesta de tensión, corriente, etc.

Transformador. Según (Pérez P. A., 2001) es un aparato eléctrico que por inducción electromagnética transfiere energía eléctrica de uno o más circuitos, a uno o más circuitos a la misma frecuencia, usualmente aumentando o disminuyendo los valores de tensión y corriente eléctrica.

Motor. Según (Linares, 2012) un motor es una maquina capaz de producir trabajo por medio de una transformación de energía.

PLC. Según (John Hyde, 2006) un controlador lógico programable es un dispositivo que controla una maquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para salida y otro para entrada.

Pérgola. Es un elemento desarrollado arquitectónicamente, y se encuentra compuesto por un corredor rodeado por un determinado número de columnas que aguantan el peso de unas vigas prolongadas. (Homes & Books, 2004).

2.3. Marco Teórico

2.3.1. Proceso de secado de cacao en el Ecuador

La finalidad del proceso de secado de cacao es de reducir el contenido de humedad en las almendras fermentadas, desde un 60% de humedad con que se inicia el proceso hasta el 8% si se quiere asegurar buenas condiciones de conservación.

El procedimiento comúnmente empleado en Ecuador para el secado de la almendra es el natural aplicado en tendales de cemento.

Se puede construir otro tipo de tendal a base de madera o caña. Este tendal tiene 15 m de largo, 1,8 m de ancho y 0,7 m de altura. Para proteger las almendras de las lluvias su cubierta es de lámina de polietileno color negro de 0,04 pulgada de espesor, sostenida con caballete de madera.

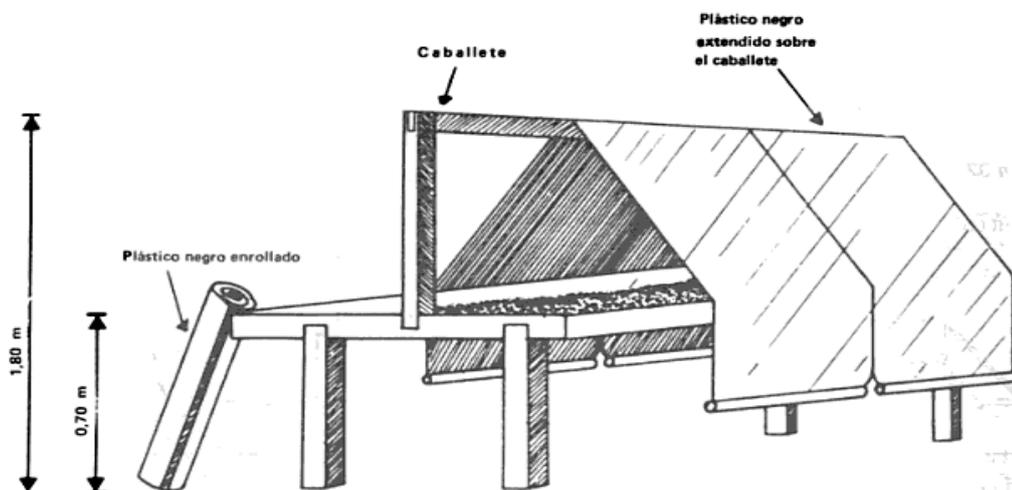


Figura 1. Tendal económico construido a base de madera, provisto de cubierta plástica fácilmente enrollable.

Fuente: (Vera B, 1993).

Unas de las prácticas observadas en el país es el secado de cacao sobre, o a un lado del asfalto de las carreteras. Esta práctica debe ser totalmente prohibida puesto que, a pesar que se altera la calidad del producto, también el asfalto y el humo que emanan los vehículos, se impregnan en

las almendras del cacao y otros compuestos nocivos para la salud humana. (Vera B, 1993)

2.3.2. Sistemas de Secado que existen

Existen dos sistemas de secado en nuestro medio: Natural y Artificial.

2.3.2.1. Secado natural

Para el secado natural se despliegan las almendras de cacao en un tendal aprovechando los rayos solares durante el día y apilándose durante la noche. Para obtener mejores resultados es recomendable en el primer día, secar en capa gruesa, para ir disminuyendo en los demás días el grosor de la capa.



Figura 2. Proceso de secado natural.

Fuente: (Pérez R. p., 2009).

2.3.2.1.1. Tipos de tendales y sus variantes

2.3.2.1.1.1. Madera o caña

Con este tipo de tendal se obtienen excelentes resultados. Y es el más popular entre pequeños y medianos agricultores. Existen variaciones con techo o piso corredizo.



Figura 3. *Tendal de madera con piso corredizo.*

Fuente: (Pérez R. p., 2009).

2.3.2.1.1.2. Cemento

Su construcción tiene una ligera inclinación para permitir el drenaje de la lluvia evitando de esta manera encharcamiento. Es recomendable que este bien enlucido para impedir daños en la cascarilla del grano.



Figura 4. *Tendal de cemento.*

Fuente: (Pérez R. p., 2009).

2.3.2.1.1.3. Marquesinas

Esta es una modificación de las dos anteriores, aprovechando el efecto invernadero usando como techo una lámina plástica pero con ventilación para que salga el exceso de humedad, al final de la tarde se apilan o lagartean las almendras y para que no absorban humedad con el frío y el sereno de la noche se cubre con lonas. Este tipo de tendal es recomendado para zonas donde hay poca luminosidad y llueve continuamente.



Figura 5. Tendal de marquesina.

Fuente: (Pérez R. p., 2009).

2.3.2.1.1.4. Carretera

No debería utilizarse, debido a la contaminación de los gases tóxicos que emanan los automotores que pasan cerca del cacao.



Figura 6. Uso del secado de cacao en las carreteras.

Fuente: (Pérez R. p., 2009).

2.3.2.2. Secado Artificial

En el secado artificial la calor es genera por la combustión de carburantes adecuados tales como gas, gasolina o diésel. Los más recomendados son los que usan como combustible gas natural.



Figura 7. Secadora Artificial.

Fuente: (Pérez R. p., 2009).

Hay dos tipos de secadores: artificiales de flujo continuo y estacionarios. Los secadores artificiales estacionarios se utilizan principalmente para el cacao. Este tipo de secador tiene intercambiadores de calor y de corriente directa, es muy importante evitar la contaminación con humo de combustión. (Pérez R. p., 2009)



Figura 8. Secadora artificial estacionaria.

Fuente: (Pérez R. p., 2009).

2.3.3. Importancia del secado del cacao

El proceso de secado de cacao es importante e indispensable, porque neutraliza el desarrollo de mohos y malos olores y facilita el transporte, manejo, almacenamiento y comercialización del mismo, sabemos también que de este proceso depende la calidad con la cual se desarrollaran los productos que se obtienen de esta materia prima. (Moreno & Sánchez, 1989, págs. 15-19)

2.3.4. Tiempo de secado del cacao

El secado al sol es de 5 a 8 días, estos varían según las condiciones climáticas. Por cada quintal de cacao húmedo se necesitan 6m² de tendal,

para que el secado sea parejo hay que hacer remociones del cacao en el tendal caca cierto tiempo usando herramientas por lo general de madera.

Con secadores artificiales dura hasta 12 hora dependiendo del % de humedad interno. La temperatura no debe de exceder los 50 °C a 60°C, por lo cual el secado a temperaturas demasiadas altas, impiden la eliminación de ácido acético de la almendra de cacao. (Pérez R. p., 2009)



Figura 9. Herramientas utilizadas para las remociones del cacao

Fuente: (Pérez R. p., 2009).

2.3.5. Cacao CCN-51

El agrónomo Homero Castro Zurita después de años de investigación y búsqueda de un cacao resistente que a su vez tenga alta producción crea el CCN - 51 cuyas siglas significan “Colección Castro Naranja”, es un cacao clonado de origen ecuatoriano y muy cultivado en zonas cacaoteras de este país. Las desventajas que tiene este producto con relación al cacao nacional son su aroma mínimo y el sabor que se estropea por su alta acidez y amargor. (Diario HOY, 1999).

2.3.5.1. Características Principales del Cacao CCN-51

Gracias a las investigaciones se ha demostrado que esta planta es auto compatible, que puede combinarse con otra planta de su tipo, lo que significa que posee la facilidad de concretarse con otros materiales genéticos que inclusive pueden ser auto incompatible. Esta característica es la prioritaria y sobresaliente en la existencia el CCN-51.

Se recalca también sus altos niveles de resistencia, con respecto a las mayores plagas, que afectan enormemente la economía de este producto, como son la escoba de bruja y el mal del machete. Estas condiciones genéticas junto a la ejecución de buenas prácticas con respecto al manejo de la plantación, han concedido que este clon exprese su potencial productivo.

En varios laboratorios tanto nacionales como extranjeros, se han hecho varios análisis del cacao CCN-51, comparándolo con el cacao común de las huertas tradicionales de nuestro Ecuador con resultados sorprendentes, a tal punto, que por su excelente calidad se paga un sobreprecio del orden del 15% sobre el precio del mercado.

Las primordiales características de las almendras del CCN-51 en una huerta bien manejada son: (Espinosa Escobar & Mosquera Narvaez, 2012)

Peso de 100 pepas secas.	154gr.
Porcentaje de grasa.	52%
Porcentaje de cáscara.	15%
Porcentaje de proteína.	12%
Índice de mazorcas.	6 mazorcas/lb. de cacao seco
Promedio de mazorcas sanas cosechadas al año por árbol adulto.	20 a 30 o según la densidad de siembra.
Promedio de cacao seco por árbol al año.	3 a 4lb. Va aumentando de acuerdo a los años de vida del árbol.

Tabla 1. Características de las almendras del cacao "CCN-51"

Fuente: (Espinosa Escobar & Mosquera Narvaez, 2012).

2.3.6. La tecnología y su aplicación en la agronomía

Hace años atrás la agricultura dejó de ser una tarea artesanal para transformarse en una actividad global donde es necesario entenderse con la sostenibilidad económica, la social y lo medioambiental. En la actualidad este gran reto solo es posible incorporando al campo agrícola las últimas tecnologías.

Gracias a la implementación de las nuevas tecnologías se ha podido crear mejores semillas y por esta razón los rendimientos por hectáreas se han multiplicado. Tanto así que en año 1950 una hectárea daba de comer a dos personas, pero ya en el año 2005 su capacidad de producción aumento y fue capaz de alimentar a cuatro personas y se supone que para el año 2030 está mismo superficie pueda alimentar a cinco individuos.

Hoy en día en la mayoría de los países está cada vez más amplio el uso de soluciones tecnológicas para crear una agricultura sostenible que guie a la mayor eficiencia en el uso de recursos naturales como lo son: el agua, el suelo, la energía y los fertilizantes, que a su vez brinden un ahorro de costes. (Nates, 2013)

Una solución tecnológica muy conocida en nuestro país, se realizó en las huertas Ecuatorianas, haciendo uso del cacao nacional, el cual tenía graves problemas en relación a su producción y resistencia a las enfermedades que lo atacan. Es el clon CCN-51 que se descubrió al injertar dos variedades de cacao y surge como solución permanente, obteniendo una reproducción a gran escala y una gran fortaleza respecto a los ataques de las enfermedades. Características obtenidas gracias a la implementación de tecnologías que mejoran la agricultura.

2.3.7. Sistemas SCADA

Los sistemas Scada más conocidos como (Supervisory Control And Data Acquisition o Control con supervisión y adquisición de Datos) son software que permiten el acceso a datos remotos de un proceso y permiten el control del mismo, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso.

Es una utilidad software de monitorización o supervisión, y su función es la de servir de interfaz entre los niveles de control (PLC) y los de gestión, aun nivel más alto.

Para que su instalación sea aprovechada al máximo enunciamos los siguientes objetivos:

- Su funcionalidad en el manejo y visualización puede darse en el sistema operativo windows sobre cualquier PC estandar.
- Maneja una arquitectura abierta que permite combinarse con aplicaciones estardares y de usuario, que nos permiten crear soluciones de mando y supervicion.
- Su instalacion es sencilla, facil de utilizar y cuenta con una interfaz muy amigable con el usuarios.
- Su manera de configuracion es sumamente facil y escalable, es capaz de crecer y adaptarse según las nesecidades actuales de la empresa.
- Realiza las funciones de mando y supervision integradas.

Las herramienta de este tipo sirven para:

❖ **La monitorizacion**

Esta muestra los datos en tiempo real a los operadores de planta. Se verifican los datos de los autores (temperatura, velocidad, detectores). Un parque eolico una maquina normal, una planta hidroelectrica, pueden ser vigilados de una distancia muy grande.

❖ **El mando**

Es la posibilidad de que los operarios puedan cambiar contraseñas o datos claves del proceso directamente desde la computadora (paro, marcha, modificacion de parametros). Se escriben datos en relacion a los elementos de control.

❖ **Garantizar la seguridad de los datos**

El envio como la recepcion de datos debe encontrarse totalmente protegido de todo ataque mal intencionado como por ejemplo: situaciones inesperadas, fallos en la programacion, ataque de virus, etc.

❖ **Garantizar la seguridad en los accesos**

Limitando areas de programa implicadas con usuarios no autorizados, registrando todos los accesos y acciones llevadas acabo por cualquier operario.

❖ **Posibilidad de programacion numerica**

Esta herramienta me da la facilidad de realizar calculos aritmeticos de buena resolucion sobre la CPU del ordenador (C, lenguajes de alto nivel y Visual Basic, generalmente).

2.3.7.1. Ventajas de los Sistemas Scada

Cuando nos referimos aun sistema SCADA no solo constan las pantallas que nos informan el estado de las cosas en las instalaciones, sino que tambien existen otros elementos multiples de regulacion y control, sistemas de comunicaci3n y multiples utilidades de software que procuran que el sistema marche de forma eficiente y convincente.

Las ventajas mas evidentes de los sistemas SCADA son las siguientes.

- El nivel actualizado de desarrollo de los paquetes de visualizacion permiten crear aplicaciones funcionales sin necesidad de ser un experto en esa rama.
- Los sistemas PLC estan echos para trabajar en condiciones desfavorables, proporcionando robustez y fiabilidad al sistema que controla.
- Los sistemas de diagnostico integrados en los elementos de control informan de manera continua de cualquier problema en los equipos
- Usando la tecnologia celular (GSM, GPRS, UMTS), los sistemas de control pueden tener informados a los operarios de cualquier anomalia que se presente por medio de mensajes por correo electronico o mensajes de voz.

- La tecnología web aprueba el ingreso desde cualquier punto de la tierra a nuestro sistema de control.
- Los protocolos de seguridad son muy importantes, porque permiten una gestión eficaz y segura de los datos, aislando el acceso a personas no delegadas a tal área.
- Mejora la calidad del producto por medio de las herramientas de diagnóstico. El operador es advertido en el momento en que se detecta una irregularidad.
- La repartición de recursos y control en base a la red permite un mejor enlace entre las estaciones remotas en caso de errores en una de ellas.

2.3.7.2. Arquitectura de un sistema SCADA

La creación de las computadoras portátiles ha permitido, que esta se encuentre inmiscuida en todas las áreas de conocimiento y a superado niveles inimaginables en la tecnología.

Las primeras invasiones en el campo de la automatización, se ejecutaban todo el control en un Ordenador y se enfocaban avansadamente a la distribución del control en planta.

Por esta razón, el sistema queda dividido en tres partes fundamentales.

- Software de adquisición de datos y control (Scada).
- Sistemas de adquisición y mando (sensores y actuadores).
- Sistemas de interconexión (comunicaciones). (Rodríguez Penin, 2007, págs. 19-24)

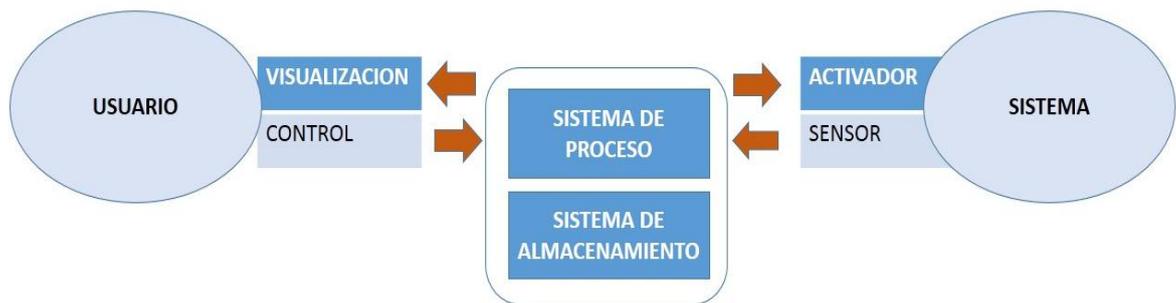


Figura 10. Estructura básica de un sistema de Supervisión y Mando.

Fuente: (Rodríguez Penin, 2007).

2.3.8. NI LabView

NI LabView (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación de tipo gráfico que está enfocado al desarrollo de aplicaciones para el control de instrumentación. Uno de sus objetivos es facilitar el desarrollo de aplicaciones a programadores no expertos en informática.

NI LabView permite la combinación del software con todo tipo de hardware, tales como, tarjetas de adquisición de datos, controladores, autómatas programables, sistemas de visión, etc. Todos los programas desarrollados en esta plataforma se los denomina Instrumentos virtuales (VIs).

2.3.8.1. Programación gráfica

La programación gráfica o VIs constituye el corazón de NI LabView, consta de un panel frontal (interfaz interactiva de usuario) y un diagrama de flujo de datos que hace las funciones de código fuente. (Molina Martínez & Jiménez Buendía, 2010)

2.3.8.1.1. Panel frontal

Sirve como la interfaz de usuario, donde los datos son manipulados y monitoreados. El panel frontal se construye con controles (perillas, pushbuttons, y otros dispositivos de entradas) e indicadores (LEDs, y

otros displays). Los controladores simulan instrumentos de entradas y los indicadores simulan los instrumentos de salida.

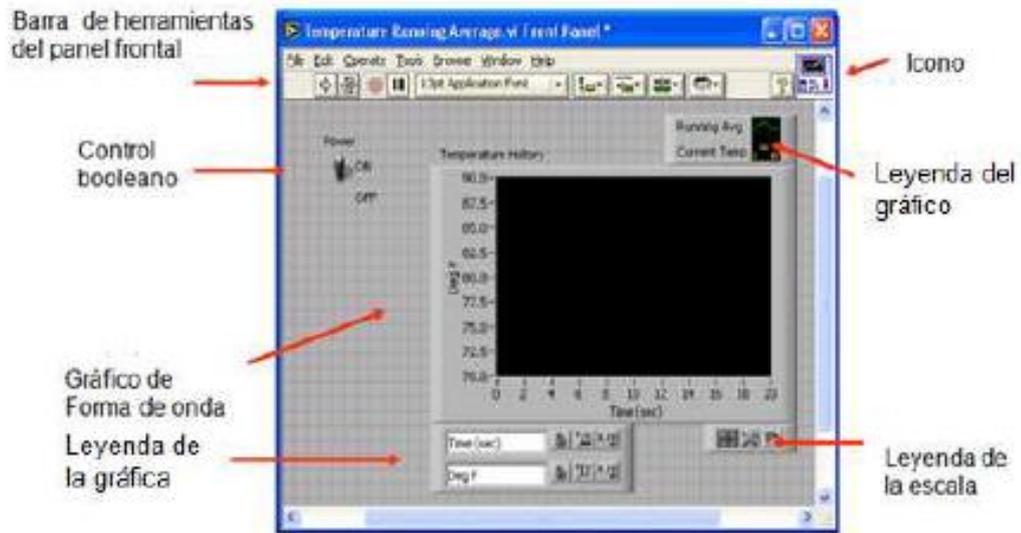


Figura 11. Vista del panel frontal.

Fuente: (Logroño Llumiquinga & Zúñiga Rosero, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013)

2.3.8.1.2. Diagrama de bloques

Contiene el código fuente grafico que define la funcionalidad del VI. En este diagrama se aprecia la estructura del programa, su función y algoritmo. (Logroño Llumiquinga & Zúñiga Rosero, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2013)

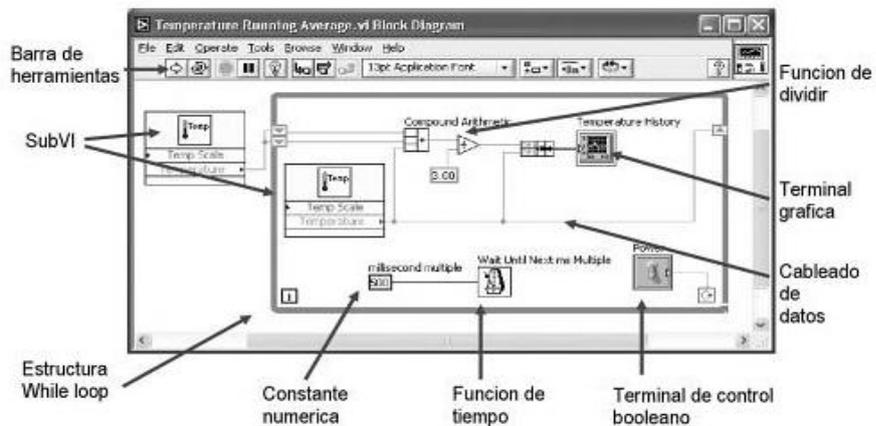


Figura 12. Diagrama de bloques

Fuente: (Molina Martínez & Jiménez Buendía, 2010).

2.3.9. IGSS FREE 50

Es una edición gratuita del grupo insignia V10 IGSS. Este software SCADA libre, tiene la misma funcionalidad que otro tipo de sistemas SCADA completo, pero se limita a la creación de un proyecto con 50 objetos.

Con este software IGSS FREE 50 se puede crear un proyecto con total funcionalidad desde el inicio. Son específicos para los fabricantes de equipos originales, fabricantes de maquinaria y también para aquellos que les gustan automatizar procesos de manera que se mejoren los paneles de operación existentes.

2.3.9.1. Características de IGSS TREE 50

CONDUCTOR	IDENTIFICADOR DEL CONDUCTOR
ABB Procontic T200, Hitachi H Series & Sprecher + Schue SESTEP Serie 90	11
ABB RCOM extendida controlador de protocolo *	40
AI800 AlarmNet Conductor	39
Alfa Laval SattBus	31
Allen Bradley RS-linx	25
Allen Bradley SLC5 Series controlador de TCP / IP	87
B & K 1301 IEEE 488 de interfaz de controlador	35
BOSCH BÜEP19 / BÜEP19E	12
Sistema Brodersen controlador de interfaz 2000	44
CMM 7000	32

Tabla 2. Características de IGSS TREE 50

Fuente: (IGSS, 2012).

- **Drivers PLC compatibles.**_ Son la lista de los drivers que son compatibles actualmente por el IGSS.
- **Versiones de idiomas.**_ Este sistema en algunos casos cuenta con aplicaciones multilingüe, esto quiere decir que el operador

puede cambiar el idioma en línea, IGSS Master mientras el sistema está funcionando, cambiándose el idioma en todos los módulos.

- **Configuración Orientada a Objetos.**_ Es la base de estos sistemas y en sistemas de visualización ha demostrado que es un factor de suma importancia que permite el ahorro de tiempo.
- **Arquitectura cliente / servidor en IGSS.**_ Esta se utiliza para mejorar el rendimiento y la fiabilidad de los procesos.
- **La plataforma.**_ Tiene una plataforma que permite definir los gráficos de proceso una solo vez, y de esta manera reutilizar los gráficos contra diferentes objetivos, permitiendo que sea muy eficiente definir un diagrama como plantilla y conjugarlo con los valores del PLC físico posteriormente. (IGSS, 2012)

2.3.10. PLC (Controlador Lógico Programable)

Un PLC es un dispositivo electrónico, diseñado para controlar en tiempo real procesos secuenciales que se ejecutan en un ambiente industrial. Un PLC trabaja en base a la información generada por los sensores. (Prieto, 2007)

2.3.10.1. ¿Para qué se los utilizan?

Se los utilizan como elementos de control para realizar automatizaciones de una complejidad media en:

- Domotica: Para el control de alumbrado, toldo, persianas, mecanismos de seguridad, etc.
- Maquinas y equipos industriales.
- Invernaderos industriales. Etc. (Alvarez, 2014)

2.3.10.2. Partes de un controlador lógico programable

Se puede considerar que los PLC tienen tres partes: La sección de entrada/salida, el procesador y el dispositivo de programación.

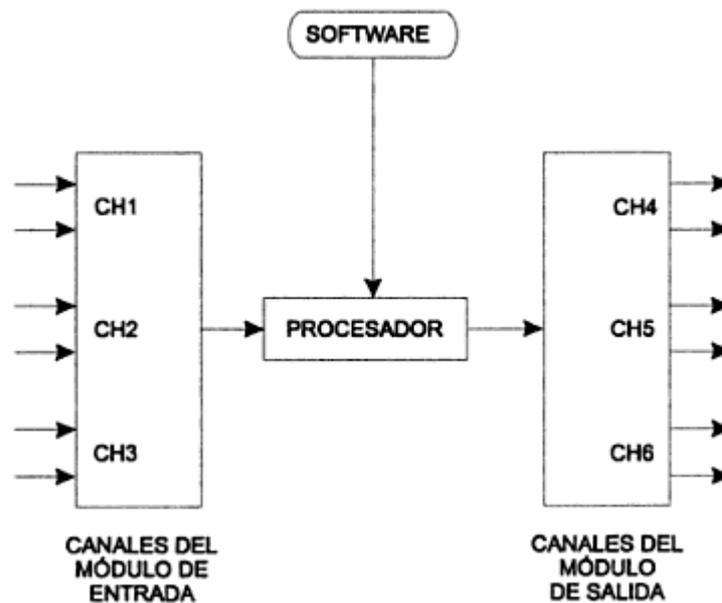


Figura 13. Estructura básica de un controlador lógico programable.

Fuente: (Harper, 2004).

2.3.10.2.1. Sección de entrada/Salida

La Sección de entrada/Salida de un PLC tiene la función de interconectar los dispositivos industriales de alta potencia, al sistema de circuito electrónico de baja potencia.

Esta sección contiene módulos de entrada y salida (Maloney, 2006), los módulos de entradas examinan el estado de los switches físicos y de los demás dispositivos de entrada y los módulos de salida proporcionan alimentación en C.A. a los dispositivos externos, como: motores, lámparas, solenoides. Etc.

2.3.10.2.2. Procesador

Es una computadora que ejecuta el programa de usuario, para desarrollar las operaciones especificadas el procesador debe de almacenar todas las condiciones de entradas y salidas más actualizadas.

2.3.10.2.3. Dispositivo de programación

El dispositivo de programación está conectado al controlador programable cuando se realiza la programación. (Harper, 2004)

2.3.10.3. Tipos de PLC

2.3.10.3.1. PLC Nano

Puede manejar algunos módulos especiales y un conjunto mínimo de entrada y salida, generalmente en un número inferior a 100.

2.3.10.3.2. PLC Compacto

Estos PLC tiene incorporado en un solo modulo principal, la fuente de alimentación, su CPU y los módulos de entrada y salida, permitiendo manejar alrededor de 500 entradas y salidas desde unas pocas. El tamaño es mayor al de los PLC tipo Nano soportando una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- entradas y salidas análogas.
- módulos contadores rápidos.
- módulos de comunicaciones.
- interfaces de operador.
- expansiones de entrada y salida.

2.3.10.3.3. PLC Modular

Los PLC modular tienen muchos módulos diferentes, se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final. Los cuales son:

- El Rack.
- La fuente de alimentación.
- La CPU.
- Los módulos de entrada y salida. (Prieto, 2007).

2.3.11. Microcontrolador PIC

Es un sistema de microcomputadora completo reunido en un solo dispositivo. Es decir, un microcontrolador contiene en un solo circuito integrado, la memoria de datos, la memoria de programas y las unidades de entrada y salida, lo cual lo hace muy compacto, económico y fácil de manipular, por lo que es adecuado para aplicaciones de propósito específico.

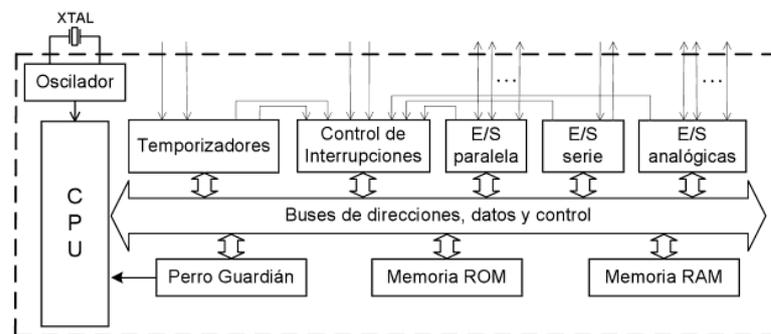


Figura 14. Esquema de bloques general de un microcontrolador.

Fuente: (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007).

2.3.11.1. Características de los microcontroladores

Las características con la cual consta un microcontrolador (PIC) son las siguientes:

- Recursos de entrada y salida.
- Espacio optimizado, para tareas explícitas.
- Es idóneo para una aplicación específica.
- Seguridad en el funcionamiento del microcontrolador.
- Bajo consumo con respecto al flujo de corriente del que se alimenta.
- Protección de los programas, en base a realizarse copias que sirven de respaldo en caso de pérdida o daño del circuito.

2.3.11.2. Clasificación de los microcontroladores

Los PIC se clasifican dependiendo del tamaño de sus instrucciones, en tres gamas muy conocidas.

- Gama baja, constan de instrucciones de 12 bits.
- Gama media, está compuesta por instrucciones de 14 bits.
- Gama alta, definida con instrucciones de 16 bits.

Todos los microcontroladores se agrupan en cinco grandes familias que las veremos a continuación.

- **Familia PIC 10**, son fundamentalmente microcontroladores de 16 terminales.
- **Familia PIC 12**, reúnen a los microcontroladores disponibles en grupos de 8 terminales.
- **Familia PIC 16**, esta familia cuenta con numerosas subfamilias, además cuenta con gama media y gama alta.
- **Las Familias PIC 17 y PIC 18**, son específicamente de gama alta.

Familia	Gama			Rasgo distintivo
	Baja	Media	Alta	
PIC 10	X			6 terminales
PIC 12X5	X			8 terminales
PIC 12(excepto PIC 12x5)		X		8 terminales
PIC 16X5	X			-
PIC 16 (excepto PIC 16x5)		X		-
PIC 17			X	-
PIC 18			X	Gama alta mejorada

Tabla 3. Resumen de la relación familia - gama en los microcontroladores PIC.

Fuente: (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007).

2.3.12. Sensor

Un sensor es un dispositivo capaz de convertir las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica o magnética, que se denomina señal.

2.3.12.1. Tipos de Sensores

En la actualidad existen varios tipos de sensores creados para diversas áreas, en referencia al tipo de variable que se necesite detectar:

- De infrarrojo.
- De contacto.
- Magnéticos.
- Ópticos.
- De humedad.
- Térmicos.

2.3.12.2. Características de los sensores

Pueden agruparse en dos grandes bloques:

2.3.12.2.1. Características estáticas

Estas describen la manera de actuar del sensor en régimen permanente o con cambios lentos de la variable que se va a medir.

2.3.12.2.2. Características dinámicas

Estas describen el comportamiento del sensor en régimen transitorio, en base a dar su respuesta temporal ante determinadas provocaciones de un mismo tipo o en base de nivelar el proceder del traductor con sistemas estándares, e identificar la firmeza del tiempo relevante. (Balcells, Romeral, & Romeral Martínez , 1997)

2.3.12.3. Modelos de sensores

2.3.12.3.1. Sensor de lluvia

Es un dispositivo electrónico, usado en el área automovilística, que sirve para detectar la presencia de las gotas de agua sobre el parabrisas y hace posible que se accione automáticamente las plumas que limpian el mismo. (BOSCH, 2002, pág. 132)

2.3.12.3.1.1. Sensor de lluvia SHT-012

Este tipo de sensor es muy utilizado para proyectos de invernaderos o automatización de casas.

2.3.12.3.1.1.1. Características

- Potenciómetro para regular la cantidad de agua.
- Sencilla interfaz de 3 pines.
- 3V-5V.

2.3.12.3.2. Sensores de humedad

Estos sensores están creados con circuitos integrados que emiten una señal acondicionada. Están compuestas por un elemento sensible capacitivo que interactúa con electrodos de platino.

2.3.12.3.2.1. Sensor DTH11 y DHT22

Este tipo de sensor nos permite medir Humedad y temperatura, tiene un sensor capacitivo por lo que nos permite medir la humedad.

Características del sensor DHT11

- Voltaje de operación 5 V CD.
- Humedad relativa y medición de la temperatura.
- Compatible con arduino.
- Larga distancia de transmisión.
- Bajo consumo de energía.

Características del sensor DHT22

- Voltaje de operación 6 V CD.
- Humedad relativa y medición de la temperatura.
- Compatible con arduino.
- Precisión de humedad 2% RH.

2.3.12.3.3. Sensores de temperatura

Estos sensores están creados por una fina película de resistencia inconstante con la temperatura y están graduados por láser para obtener una eficaz precisión, las salidas lineales son sólidas y rápidas. El LM35 es un sensor de temperatura que no requiere de calibración externa o ajuste para suministrar una precisión típica de ± 1.4 °C a temperatura ambiente y ± 3.4 °C a lo largo de su rango de temperatura (de -55 a 150 °C).

Características

- Calibrado directamente en grados Celsius (Centígrados).
- 0,5°C de precisión a +25 °C.
- Rango de trabajo: -55 °C a +150 °C.
- Alimentación: 4V - 30V.

2.3.12.3.3.1. Sensor DS18B20

Es un sensor de temperatura DS18B20 Independiente con conector de 3 hilos tipo extensión servomotor.

Rango de medición: -55°C hasta $+125^{\circ}\text{C}$, se comunica a través del protocolo One Wire (comunicación por medio de un solo cable).

Especificación de conexión

- +: VCC Entrada de voltaje +3V a +5,5VDC.
- S: Señal de sensor QRD1114 (1-Wire).
- -: GND Tierra

2.3.12.3.4. Sensor capacitivo

Este tipo de sensores se alimentan de electricidad para su funcionamiento y su reacción se desencadena ante la presencia de metales y no metales, que al acercarse a la superficie y sobrepasar una determinada capacidad es emitida una señal. El espacio de conexión respecto a un material en específico es tanto mayor cuanto más elevada sea su constante dieléctrica. (Balcells, Romeral, & Romeral Martínez , 1997)

Características de los sensores capacitivos

Están compuestos por una sonda en donde se coloca la placa condensadora, de tal forma que al aplicar corriente se produce un campo electroestático frente a los cambios de la capacitancia generados por la presencia de un objeto.

2.3.13. Actuadores

Los actuadores son los que modifican su estado según el proceso que obtengan generando fuerza necesaria para animar la estructura mecánica. Los motores, lámparas, displays, etc. Se los denominan actuadores. (Ollero Baturone, 2001)

2.3.13.1. Motor Eléctrico

Un motor es un dispositivo electrónico que funciona con corriente alterna o directa que se encarga de transformar la energía eléctrica en energía mecánica.

Desde su invención, han pasado a ser herramientas muy útiles que permiten realizar múltiples trabajos.

2.3.13.1.1. Tipos de motor

Su clasificación depende de la fuente de electricidad que se suministre.

Motor de corriente alterna (AC), es la que cambia la dirección del flujo muchas veces en un segundo es decir que varía su torrente de energía.

Cualquier equipo que funcione conectado a un tomacorriente de pared se impulsa por un motor de este tipo.

Motor de corriente continua (DC), son los motores que se alimentan de la electricidad de una batería.

Los motores de corriente continua son más antiguos que los de corriente alterna, aunque pueden ser muy útiles en lugares donde no haya una fuente de corriente alterna. (Lelyen , 2011)

2.3.13.1.1.1. Motorreductores

Son equipos que están constituidos por un motor y un reductor, con el fin de adaptar el giro o movimiento motriz, a la velocidad que precisa la aplicación o máquina. Respecto al eje de salida pueden ser de dos tipos: salida macho o salida hembra. (Roldán Viloría, Motorreductores, 2013)



Figura 15. Motorreductores con diferente tipo de salida de eje.

Fuente: (Roldán Viloría, Motorreductores, 2013).

2.3.13.1.1.1.1. S330012 Motor DC Reductor 12V 150 RPM

Características

- Motor reductor de 12V 150 rpm.
- Fuerza nominal de 2,3 Kg·cm y 7 kg·cm a máxima eficiencia.
- Alta velocidad.
- Silencioso.
- pequeño tamaño y reducido consumo.
- Resulta idóneo para aplicaciones en las que se necesita una alta velocidad de giro.
- Tensión: 12V.
- Consumo:<800 mA.
- Fuerza: 0,23 N·m.
- Diámetro del eje: 6mm.

2.3.13.1.1.1.2.S330024 Motor DC Reductor 12V 5,5 RPM

Características

- Motorreductor de 12V y 5,5 rpm.
- Fuerza nominal de 10 Kg·cm y 30 kg·cm a máxima eficiencia
- Baja velocidad.
- Pequeño tamaño y gran potencia.
- Indicado para aplicaciones que requieren baja velocidad y alta potencia.
- Tensión: 12V.
- Consumo:<100 mA.
- Fuerza: 0,98 N·m.
- Diámetro del eje: 6mm.

2.3.13.1.1.1.3.S330016 MOTOR DC Reductor 12V 50 RPM

Características

- Motor reductor de 12V y 50 rpm.
- Fuerza nominal de 6,3 Kg·cm y 19 kg·cm a máxima eficiencia media velocidad.
- Pequeño tamaño y reducido consumo.
- Indicado para aplicaciones que requieren una velocidad y potencia media.
- Tensión: 12V.
- Consumo:<800 mA.
- Fuerza: 0,62 N·m.
- Diámetro del eje: 6mm.

2.3.13.1.1.2. Servomotor

Es un actuador mecánico basado en un motor y un reductor. Los servomotores están constituidos por un pequeño motor con una caja reductora de velocidad y el circuito de control.

2.3.13.1.1.2.1. Tipos de servomotores

- ✓ Servomotor de corriente continua (CC).
- ✓ Servomotor de corriente alterna (CA).
- ✓ Servomotores de imanes permanentes brushless.

Su recorrido en el eje es de 180° pero se lo puede adaptar para que de su gira de 360°.

2.3.13.1.1.2.2. Características principales

- Regulación y estabilidad.
- Gran estabilidad de marcha.
- Amplio campo de variación de giro.
- Para pequeñas y medianas carga. (Roldán Vilorio, Servomotores, 2014)

2.4. Postura Teórica

La calidad de la almendra de cacao se obtiene con un excelente proceso de secado disminuyendo su porcentaje de humedad, con un sistema de automatización que ayude a obtener un mejor proceso se obtendrá la humedad indicada mejorando la calidad del mismo.

2.5. Hipótesis (o idea a defender)

2.5.1. Hipótesis General

Con el desarrollo de un sistema de automatización electromecánico se podrá mejorar el proceso de secado de cacao en la finca “Sarita”.

2.5.2. Hipótesis Específicas

- Si se conoce el proceso de secado de la almendra de cacao se creara métodos que mejoren el control de secado de cacao.
- Una plataforma que cumpla con la adquisición, manipulación y proceso de datos, en forma virtual y en tiempo real facilitará el proceso de secado de cacao.
- Con un prototipo automatizado mejorara el proceso de secado de cacao.

2.6. Variables

2.6.1 Variable dependiente

Proceso de secado de cacao en la finca “Sarita”.

2.6.2 Variable independiente

Sistema de automatización electromecánico.

2.7. Operacionalización de las variables

Variable	Indicadores	Unidades
Sistema de automatización electromecánico.	Numero de mantenimiento por mes.	Cantidad
	Cantidad de cacao secado por semana.	KG/SEM
	Tiempo de secado por cada KG.	KG/HORA
Proceso de secado de cacao en la finca sarita.	Tiempo de secado por cada KG bajo techo.	KG/HORA
	Peso de la almendra de cacao.	KG

Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente e independiente

Fuente: Autor

CAPITULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Investigación de Campo

Este tipo de investigación fue aplicada por que nos permite el contacto directo con el objetivo de estudio, por medio de esta investigación podemos conocer en realidad como se dan las cosas en el área donde está dirigido nuestro interés, sin la preocupación de que haya imperfección en la información proporcionada, es decir el hecho lo veremos tal y como ocurre en la realidad.

Este tipo de investigación se la aplicara estando en el tendal, el cual se va a observar el proceso de secado de cacao que realiza la finca incluyendo el cuidado y el tiempo empleado para secar su producto.

De esta manera llegaremos a darnos cuenta, cual es el porcentaje de humedad que obtiene la almendra de cacao determinando la calidad.

3.2. Métodos

Método inductivo, Se hace uso del razonamiento para obtener conclusiones que se originen de hechos propios aceptados como válidos, para llegar a soluciones de carácter general. El método empieza con un estudio individual de lo ocurrido y se obtienen conclusiones globales que se declaran como principios o fundamentos de una teoría. (Bernal Torres, 2006)

Tomamos este método porque de esta manera hemos analizado el problema, observando la situación en que se encuentra el objeto a investigar, realizando la extracción de toda la información posible que nos pueda ayudar en nuestra investigación.

3.3. Técnicas e Instrumentos

3.3.1. Técnicas

Utilizaremos en nuestro trabajo de investigación las siguientes técnicas:

Encuesta

Es una estrategia que se aplica para recolectar información por escrito, de un tema específico que se desea investigar, haciendo uso de preguntas debidamente construidas, para que puedan ser contestadas por una persona escogida con total libertad.

Entrevista

Es una técnica que permite obtener datos entre un dialogo de dos personas, el entrevistador y el entrevistado. Se lo realiza, por lo general, a una persona entendida de la materia de la investigación o que estén involucradas en actividades agrícolas.

3.3.2. Instrumentos

Encuesta

Se formulara un cuestionario para la realización de la encuesta a las personas que intervienen en la agricultura del recinto Aguas Frías de Medellín.

Entrevista

Estará dirigida al personal administrativo de la finca y a personas profesionales en el área de la agricultura para conocer más a fondo el problema existente.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Características de la población

La población agrícola se encuentra ubicada en el Recinto Aguas Frías de Medellín, cantón Ventanas, provincia de Los Ríos, está conformada por: Hombres y Mujeres trabajadores, y emprendedores que día a día luchan por un bienestar mejor. Así como también, personas profesionales que son los encargados de supervisar los procesos de cultivos.

La pasión de los habitantes de este recinto se fundamenta en cultivar la tierra, fenómeno maravilloso del cual se obtienen frutos indispensables como: el frejol, maíz, gandul, sandia, cacao, etc., ejemplares que producen los aguafriences, con mucho cariño y esfuerzo para la población.

Delimitación de la población

La población es finita, porque de toda la población general del Recinto Aguas Frías de Medellín hemos escogidos solo a las personas que trabajan en la producción de cacao en las diferentes fincas del Recinto de Aguas Frías de Medellín.

A continuación observamos los detalles de la población:

Población a estudiar	
Ingeniero Agrónomos	5
Agricultores de Cacao	75
Total	80

Tabla 5. Delimitación de la población del Recinto Aguas Frías de Medellín

Fuente: Autor

3.4.2. Muestra

3.4.2.1. Tipos de Muestra

La muestra que se va a utilizar es de tipo, **No Probabilística** debido a que los datos alcanzados de la investigación se van a concebir en referencia al criterio personal del investigador.

3.4.2.2. Tamaño de la Muestra

Hemos escogido un grupo de personas profesionales y voluntarios que se dedican a la producción de cacao, en las cuales hay un total de 80 personas.

Se realizara la siguiente fórmula para obtener el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{N * Za^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Za^2 * p * q}$$

Dónde:

N= total de la población

Za= 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p= Proporción esperada (en este caso 5%= 0.05)

q= 1-p (en este caso 1-0.05=0.95)

d= precisión (en su investigación use un 5%)

$$n = \frac{(80) * (1.96)^2 * (0.05) * (0.95)}{(0.05)^2 * (80 - 1) + (1.96)^2 * (0.05) * (0.95)}$$

Desarrollado dará:

$$n = 38,4184264$$

El tamaño de la muestra es **38**

3.5. Organización y procesamiento de la información

La información recogida para este proyecto se obtuvo de los agricultores e ingeniero agrónomos de la zona de Aguas Frías de Medellín por medio de encuestas y entrevistas, también se recogió información personalmente, es decir, que como interesados de este proyecto fuimos al campo donde ocurría el problema, y constatamos las irregularidades que se daban al momento de realizar el proceso de secado del cacao.

Encuestas

La pregunta #1 y #2 nos ayudara a conocer cuál es el sistema de secado más utilizado en este recinto y el tipo de tendal en donde realizan el proceso de secado de la almendra.

En la pregunta #3, #4 y #5 donde la posible respuesta es Sí, No, Tal vez escogeremos la de mayor porcentaje, estas preguntas nos ayudara a determinar si es posible usar techo corredizo para evitar que la lluvia afecte la calidad del cacao o que se prolongue el tiempo para disminuir el porcentaje de humedad.

Entrevista

En la pregunta #1 y #2 se tomara en consideración la respuesta más acertada, respecto a la teoría de (Pérez R. p., 2009) que me indica el tipo de tendal apropiado para el proceso de secado de la almendra de cacao.

En la pregunta #3 se anunciaran múltiples acciones, se tomaran únicamente las que estén de acuerdo con la teoría relacionada al proceso de secado de cacao bajo cambios o factores climáticos.

En la pregunta #4 nos ayudara a conocer si la remoción de la almendra de cacao realizada el primer día es exactamente la misma durante los demás días y en la pregunta #5 conoceremos si el proceso de secado de cacao es el mismo según las estaciones del año.

3.6. Metodológico para la prueba de la hipótesis

Con el desarrollo de un sistema de automatización electromecánico se podrá mejorar el proceso de secado de cacao en la finca “Sarita”.

Para mejorar el Proceso de secado de cacao es necesario que se haga un análisis actual (AA), sin utilizar un sistema automatizado electromecánico, en la finca “Sarita”, donde se observara como se lleva el proceso de secado, se anotaran los resultados conforme a la calidad del producto, midiendo el porcentaje de humedad en las almendras. Luego de esto los resultados alcanzados se los va a comparar con la humedad obtenida (AD), utilizando el sistema automatizado electromecánico que se va a realizar. Humedad Obtenida HO = AD – AA Si AD < AA hipótesis comprobada.

Si (humedad con sistema < humedad sin sistema) – OK.

Se realizara esta prueba las veces que sean necesarias con la finalidad de que nuestra hipótesis sea cumplida a cabalidad. Este experimento se lo realizara a baja escala, por lo tanto se realizara un sistema automatizado más pequeño con una porción para prueba de 35 kg de cacao en baba, peso estándar que no variará en ninguno de los dos sistemas es decir tanto para el sistema natural como para el sistema automatizado.

Con esta porción de almendra de cacao se llevara a cabo la prueba correspondiente.

CAPITULO IV.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción de resultados de las encuestas

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS AGRICULTORES

PREGUNTA 1:

¿Cuál es el Sistema de secado de cacao que utilizan?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Natural	37	97%
Artificial	1	3%

Tabla 6. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para saber el sistema de secado de cacao que utilizan.



Gráfico 1.- Tabulación de la pregunta # 1

Fuente: Autores

PREGUNTA 2:

¿Qué tipo de tendal es utilizado para el proceso de secado de la almendra?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Madera o Caña	0	0%
Cemento	28	74%
Marquesinas	0	0%
Carreteras	10	26%

Tabla 7. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para determinar el tipo de tendal que es utilizado para el proceso de secado.



Gráfico 2.- Tabulación de la pregunta # 2

Fuente: Autores

PREGUNTA 3:

¿Cree usted que la calidad del producto (cacao) se vea afectado por no tener un buen secado?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Si	29	76%
No	0	0%
Tal vez	9	24%

Tabla 8. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para saber si la calidad del producto se vea afectado por no tener un buen secado



Gráfico 3.- Tabulación de la pregunta # 3

Fuente: Autores

PREGUNTA 4:

¿Las lluvias es un factor que impide el apropiado proceso de secado del producto?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Si	35	92%
No	0	0%
Tal Vez	3	8%

Tabla 9. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para determinar si las lluvias son un factor que impide el apropiado proceso de secado del producto.



Gráfico 4.- Tabulación de la pregunta # 4

Fuente: Autores

PREGUNTA 5:

¿Al no disponer de un proceso continuo para el secado de la almendra se prolongaría el tiempo para disminuir el porcentaje de humedad?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Si	23	61%
No	0	0%
Tal Vez	15	39%

Tabla 10. Encuesta dirigida a los productores cacaoteros del Recinto Aguas Frías para saber si al no disponer de un proceso continuo para el secado de la almendra se prolongaría el tiempo para disminuir el porcentaje de humedad



Gráfico 5.- Tabulación de la pregunta # 5

Fuente: Autores

4.2. Descripción de resultados de las entrevistas

ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS INGENIEROS AGRÓNOMOS DEL SECTOR

PREGUNTA 1:

¿Cuál sería el tipo de tendal más adecuado para el proceso de secado de la pepa de cacao?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Madera o Caña	3	60%
Cemento	2	40%

Tabla 11. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para determinar el tendal más adecuado para el proceso de secado del cacao.



Gráfico 6.- Tabulación de la pregunta # 1

Fuente: Autores

PREGUNTA 2:

¿Cree usted que la calidad del producto (cacao) se vea afectado por no tener un buen proceso de secado?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Si	5	100%
No	0	0%

Tabla 12. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para saber si la calidad del producto se vea afectado por no tener un buen secado



Gráfico 7.- Tabulación de la pregunta # 2

Fuente: Autores

PREGUNTA 3:

¿Qué acciones se deberían tomar si el proceso de secado de la almendra de cacao se alarga por factores climáticos?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Cubrir con Marquesina	4	80%
Secado Artificial	1	20%

Tabla 13. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para saber qué acciones tomar si el proceso de secado de cacao se alarga por factores climáticos

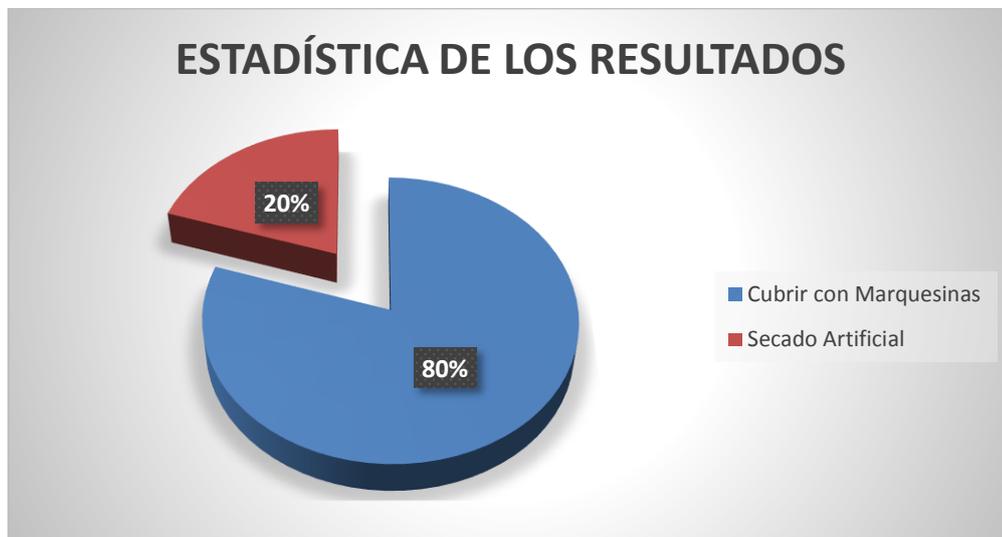


Gráfico 8.- Tabulación de la pregunta # 3

Fuente: Autores

PREGUNTA 4:

¿La remoción de la almendra de cacao que se realiza el primer día es exactamente la misma durante los siguientes días?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Si	2	40%
No	3	60%

Tabla 14. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para determinar si la remoción de la almendra de cacao que se realiza el primer día es la misma durante los siguientes días.



Gráfico 9.- Tabulación de la pregunta # 4

Fuente: Autores

PREGUNTA 5:

¿Varía el proceso de secado del cacao dependiendo de las estaciones del año?

ALTERNATIVAS	# DE ENCUESTADOS	%
Si	0	0%
No	5	100%

Tabla 15. Entrevista dirigida a los expertos en esta área del Recinto Aguas Frías para saber si varía el proceso de secado del cacao dependiendo de las estaciones del año



Gráfico 10.- Tabulación de la pregunta # 5

Fuente: Autores

4.3. Diseño

4.3.1. Diseño de estructura de la pergola

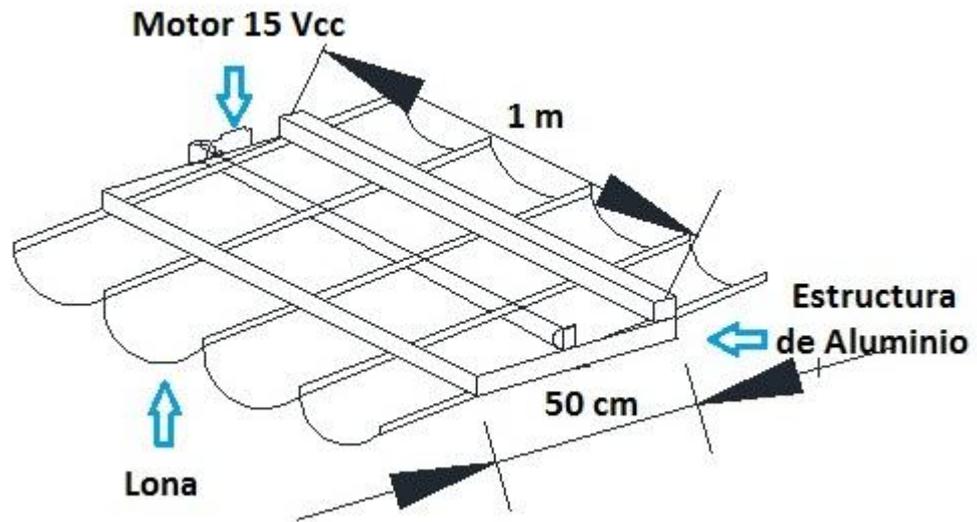


Figura 16. Estructura de la Pérgola

Fuente: Autores

4.3.2. Rastrillo



Figura 17. Rastrillo de Madera

Fuente: Autores

4.3.4. Diagrama esquemático general del circuito

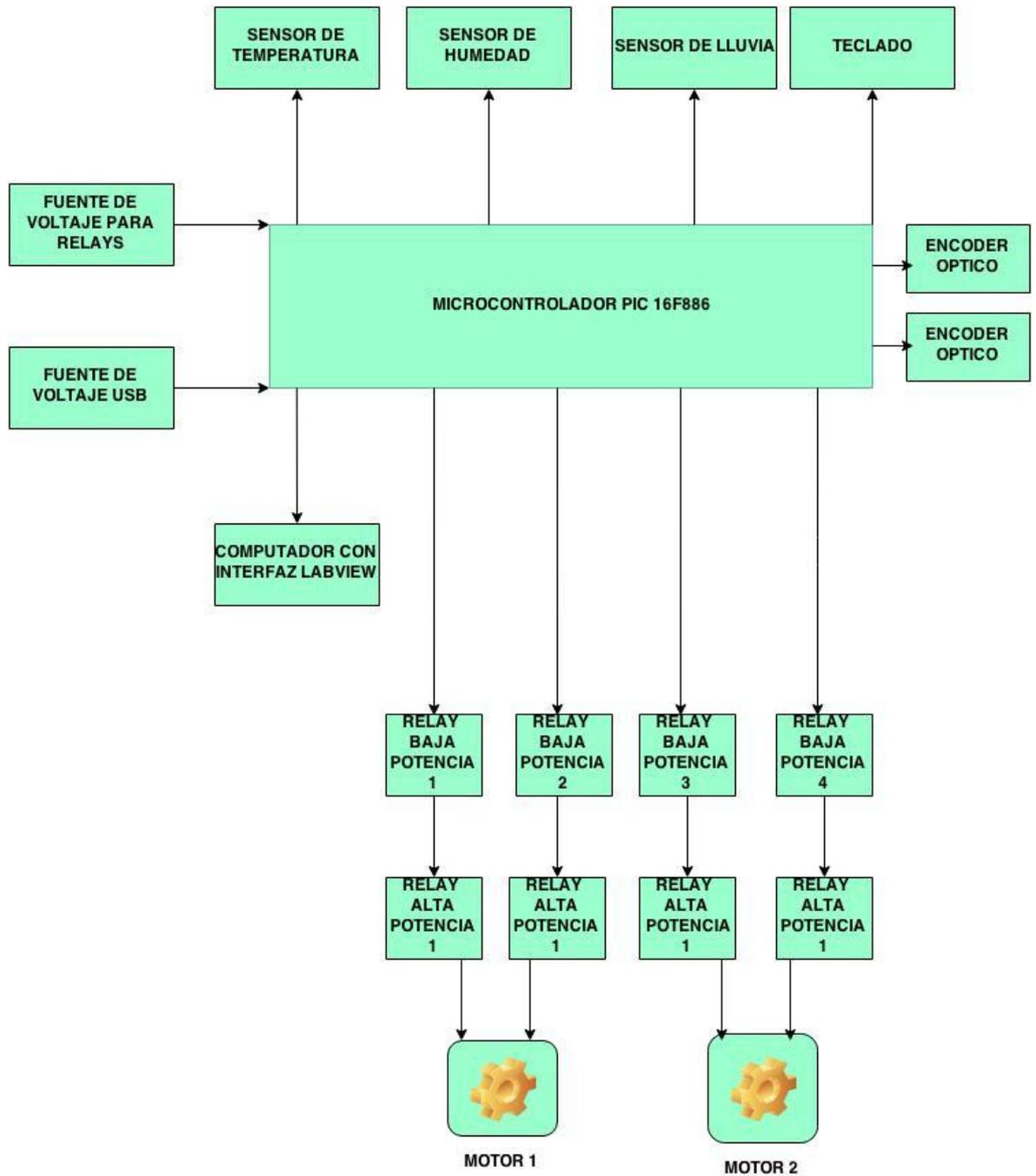


Figura 19. Diagrama esquemático General del Circuito

Fuente: Autores

4.3.5. Diagrama esquemático general de los sensores

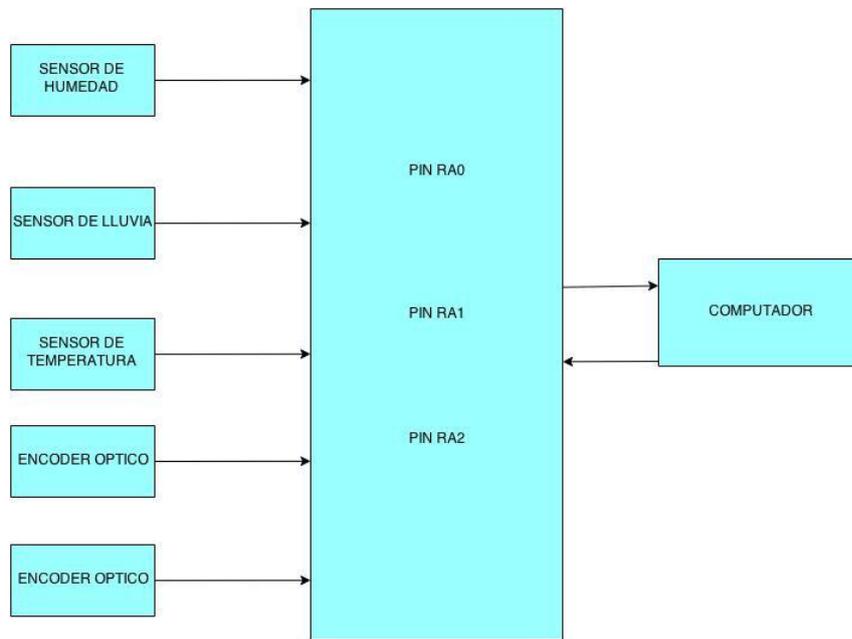


Figura 20. Diagrama Esquemático Sensores

Fuente: Autores

4.3.6. Diagrama del microcontrolador y teclado

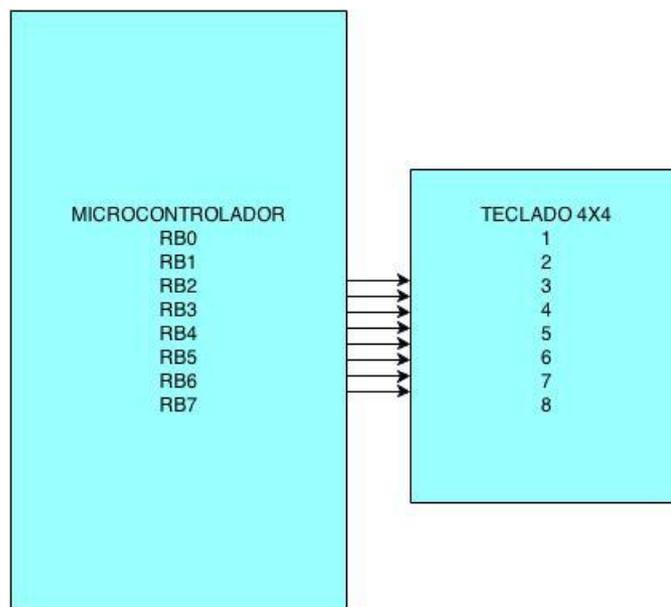


Figura 21. Diagrama Microcontrolador y teclado

Fuente: Autores

4.3.7. Diagrama de control del motor de remoción

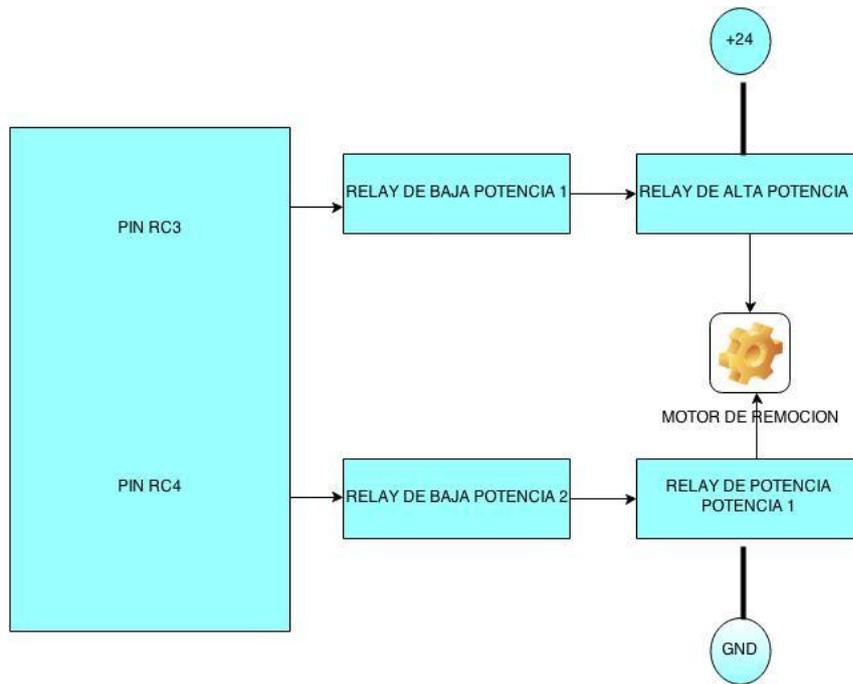


Figura 22. Diagrama de Control del Motor de Remoción

Fuente: Autores

4.3.8. Diagrama de control del motor de lluvia

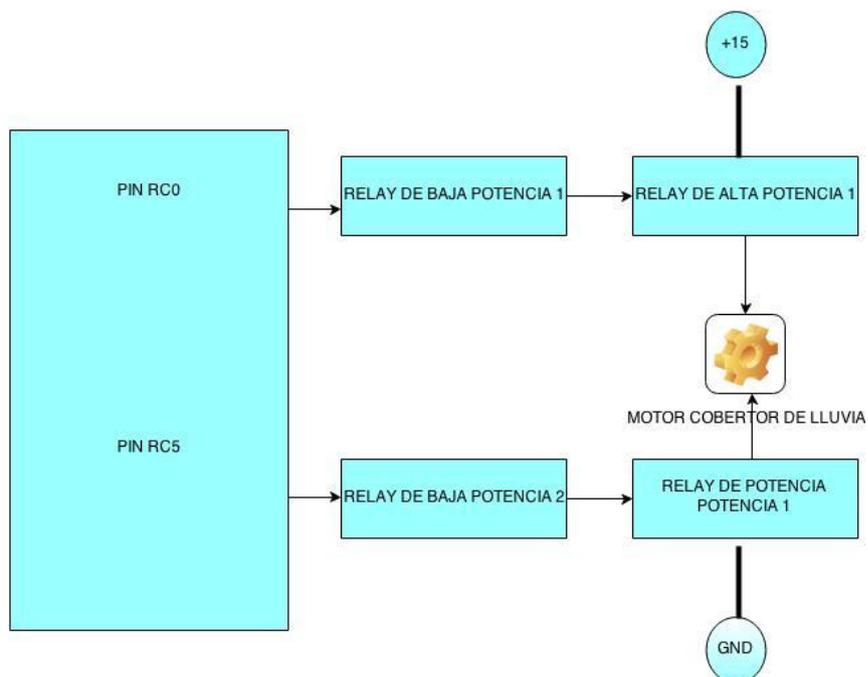


Figura 23. Diagrama de Control de Motor de Lluvia

Fuente: Autores

4.4. Interpretación y discusión de resultados.

4.4.1. Encuestas

De la tabulación de datos de la pregunta # 1 se denota que el sistema de secado de cacao que utilizan los agricultores del Recinto Aguas Frías de Medellín es el secado natural; la teoría de (Pérez R. p., 2009) nos indica que existen dos sistemas de secado en nuestro medio: Natural y Artificial. Enfocándonos en esta teoría hemos analizado que el secado más opcional para tener una mejor calidad del producto sería el natural.

De los resultados de la pregunta # 2 se obtuvo que los agricultores de este sector hacen uso del tendal de cemento, pero según la teoría de (Pérez R. p., 2009) nos indica que con el tendal de madera o caña se obtienen excelentes resultados. Y es el más popular entre pequeños y medianos agricultores. Por lo tanto utilizaremos la superficie del tendal de madera.

La información obtenida de la pregunta # 3 indica que se afecta la calidad del producto por no tener un buen secado de la almendra de cacao, basándonos a la teoría de (Pérez R. p., 2009) el tiempo de secado del cacao al sol es de 5 a 8 días, para nuestro proyecto consideraremos el tiempo de secado del producto, teniendo en cuenta que durante el secado se terminan las reacciones bioquímicas que se iniciaron en la fermentación, por ello es recomendable iniciar con un secado lento.

La información recopilada de la pregunta # 4 nos indica que las lluvias son un factor que afectan directamente el proceso de secado de cacao, por esta razón hemos considerado hacer el techo corredizo evitando de esta manera que las lluvias afecten el proceso de secado de la almendra.

Los datos obtenidos de los moradores del Rcto. Aguas Frías de Medellín, nos indican que, al no disponer de un proceso continuo para el secado de la almendra se prolongaría el tiempo para disminuir el porcentaje de humedad, según (Pérez R. p., 2009), “El secado al sol, varían según las condiciones climáticas”.

4.4.2. Entrevistas

En respuesta a la pregunta # 1 y # 2 los ingenieros que supervisan esta zona agrícola nos indican en base a sus conocimientos, que la mejor superficie para secar el cacao es la madera, teniendo en cuenta que el proceso de secado se lo debe realizar correctamente para que de esta manera podamos obtener una mejor calidad en el producto final; según (Pérez R. p., 2009) con su teoría corrobora, con lo mencionado anteriormente por los profesionales en esta área.

En la pregunta # 3 los profesionales entrevistados consideran que se debería hacer uso de las marquesinas para proteger de las lluvias la almendra de cacao evitando de esta manera que se alargue el proceso de secado, según (Pérez R. p., 2009) “Este tipo de tendal es recomendado para zonas donde hay poca luminosidad y llueve”. Para nuestro proyecto vamos a implementar pérgolas, las mismas que nos ayudaran a proteger el cacao de las lluvias continuando de esta manera con el proceso de secado de cacao.

Con la pregunta # 4 se obtuvo como respuesta que no es el mismo tiempo de remoción para todos los días, conforme pasen los días se iría disminuyendo el tiempo de remoción, para nuestro proyecto utilizaremos tiempos estandarizados para cada día.

Haciendo un análisis en la pregunta # 5 se obtuvo que no varía el proceso de secado del cacao dependiendo de las estaciones del año, aunque el cacao de invierno produce más mucílago (baba de cacao) que el de verano, pero esto se perdería en el proceso de fermentación. Se considerara esta respuesta para nuestro proyecto.

4.4.3. Diseño de estructura general de la maquina

Basado en el diseño de una pérgola, se desarrolló esta estructura (Figura 16) en escala con medidas de 1 m de largo x 50 cm de ancho, echa de aluminio con un techo corredizo con su dimensión de 1m de largo x 1,10 m de ancho, de lona resistente al agua, esto sirve para que la pepa de cacao no se moje en temporada de lluvia.

Se utilizó en esta estructura el aluminio por lo económico, además es muy liviano para poderlo trasladar de un lugar a otro, complementado con una lona de plástico impermeable la cual no permite el paso del agua.

Enfocándonos en los cajones de fermentación de cacao se ha realizado esta estructura de madera (Figura 17) con una dimensión de 1m de largo x 50 cm de ancho, con una altura de 15cm, la capacidad de soporte de esta estructura es de 20Kg para secar el cacao, se encuentra sostenida por 4 parantes (1m de largo) de aluminio a la altura de 40 cm. Se utilizó madera debido a que en las encuestas realizadas se determinó que se obtienen excelentes resultados con este tipo de superficie.

Dentro del cajón se encuentra el rastrillo de madera que está sostenido por un riel de fierro inoxidable, movido de extremo a extremo por un motor de 24 Vcc con la ayuda de una cadena, esto nos servirá para mover el cacao.

El rastrillo se lo construyó de madera debido a que es suave con el trato de la pepa de cacao, a diferencia del hierro que lastima con frecuencia el grano de cacao al momento de su remoción.

4.4.4. Diagrama esquemático general del circuito

En la (Figura 19), podemos observar los dispositivos de forma general que son usados para llevar acabo el funcionamiento de este proyecto.

El sensor de temperatura, nos permite tener una lectura exacta de la temperatura ambiente, esto ayudará a definir los grados de temperatura que necesitamos para empezar a secar el cacao.

El sensor de lluvia se mantiene alerta para situaciones lluviosas, logrando evitar que el producto se moje.

El sensor de Humedad Tierra, no es el dispositivo específico para controlar el porcentaje de humedad que tiene la pepa de cacao. Pero se aproxima a las señales reales del proceso ayudando a controlar el porcentaje de humedad de la almendra.

Se cuenta con dos motores, fuentes fundamentales de fuerza, el primero se encarga de mover el rastrillo (Figura 22), con 24v, y el segundo está asignado para mover el techo (Figura 23).

Junto a todos ellos se encuentra un teclado (Figura 21), este me permite indicar los días de secado que va a tener el cacao, y a su vez poder calibrar los dos motores, en caso de haber ausencia de energía en un momento determinado, es decir, volver los motores al sitio que les corresponde para empezar con el proceso de secado.

Y por último usamos dos **ENCODER ÓPTICO**, estos dispositivos cumplen la función de detectar el movimiento del rastrillo y ordenarles que paren, para que no choquen con el borde del cajón.

Todos estos dispositivos estarán conectados en un microcontrolador que será programado para ordenar las funciones respectivas, y estará conectado a la PC para visualizar mediante el Software NI LabView el valor actual de la temperatura ambiental, la humedad del cacao y a su vez indicar la alerta de lluvia. Este prototipo puede funcionar con la PC o sin la PC.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES

Los resultados de las entrevistas y las pruebas en el campo permiten concluir qué, una de las mejores superficies para el proceso de secado del cacao es la madera, porque aumenta las características organolépticas (sabor y aroma) en la pepa del cacao.

Con la construcción de una pérgola, controlada por un sensor de lluvia se pudo evitar que el producto se moje y no continúe con el proceso de secado.

Se logró reducir la humedad del cacao aproximadamente al 8% utilizando el prototipo del sistema de automatización del proceso de secado de cacao.

Se comprobó que el mejor sistema para el control y medida de actividades del proceso de secado de cacao es NI LabView debido a su facilidad de implementación.

Con la utilización del sensor de temperatura (DS18D20) se mejoró el control del proceso de secado de cacao.

Se puede visualizar el proceso de secado y el control de la temperatura ambiental y humedad del cacao mediante la PC, permitiendo tomar decisiones o modificar parámetros según las necesidades.

CAPITULO VI.

RECOMENDACIONES

No exceder los 20kg de masa húmeda, en la superficie de secado de este prototipo, si se exceden, no resistiría el cajón de manera.

Se debe ubicar en superficies planas, y que no se encuentren alrededor de sombras.

Lavar continuamente la superficie de secado (cajón de madera), para que el mucilago seco (baba de cacao) no se acumule.

Engrasar continuamente, el sistema de recorrido del torro (cadena, rache, etc.), para que no se esfuerce el motor, evitando así que este se queme.

El operador debe conocer el funcionamiento, tanto mecánico y sistemático, de esta máquina.

Perfeccionar el techo corredizo, esto se obtiene cambiando la lona que tiene, por otra de la misma calidad, pero que sea transparente, para que penetren los rayos ultra violetas.

Mejorar el sistema de rieles de plástico del techo si fuera posible, por rieles de fierro, para que tengan mayor resistencia, a la caída de las lluvias fuertes.

Mejorar el sistema del rastrillo para la remoción de la pepa de cacao.

Conseguir motores de mayor potencia, si llegase a modificar este sistema a gran escala.

Mejorar la calidad del sensor de humedad para obtener una mejor precisión al momento de detectar la humedad del cacao.

Se puede proyectar el prototipo a gran escala, los costos aumentarían pero también su producción.

CAPITULO VII.

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

7.1. Título

Prototipo de una maquina secadora de cacao.

7.2. Objetivos de la propuesta

7.2.1. General

Implementación de un prototipo que me permita mejorar la calidad del cacao.

7.2.2. Específicos

- Reducir los costos de operación en mano de obra.
- Mejorar la calidad de secado del cacao.
- Reducir los tiempos de humedad.

7.3. Justificación

Esta máquina fue comprobada en el campo, donde se obtuvieron excelentes resultados, siendo muy precisa en el momento de controlar el clima evitando que el producto se moje, es muy eficiente en cuanto a la obtención del 8% de humedad mejorando la calidad y aroma del cacao.

Es de bajo precio, además puede operarla una sola persona, reduciendo los costos de operación. Todo el proceso de secado de cacao se maneja automáticamente y es monitoreado mediante un sistema que me permitirá ver y controlar la temperatura ambiental, la humedad del cacao, obtener el control de la lluvia y ordenar las veces de remoción del cacao.

Su funcionamiento es generalmente técnico no se considera una odisea, es sumamente liviano y se puede colocar en superficies planas, es único, actualmente no existen sistemas parecidos o iguales, especialmente en la construcción de la estructura de la pérgola.

7.4. Factibilidad de la propuesta

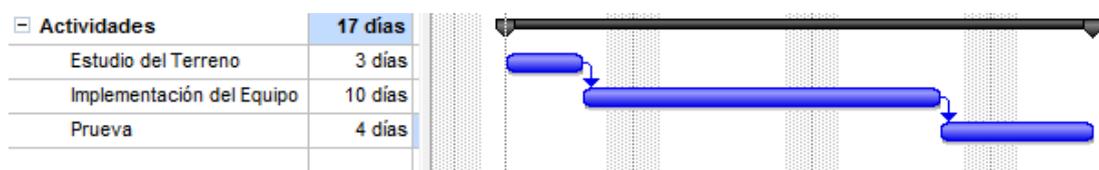
Factibilidad técnica

Es factible técnicamente porque es un equipo de fácil construcción y desmontaje, es liviano, por esta razón es fácil de transportarlo de un lugar a otro sin ninguna dificultad, solo se necesita de una persona para operarlo, la mayoría de los componentes, como motores, sensores, circuitería, etc., son accesibles a cualquier persona, y no son difíciles de encontrar, el mecanismo del techado es semejante al de una pérgola, este mecanismo no lo encontramos en nuestro país, pero hay empresas que realizan muy buenas imitaciones, con materiales parecidos y de muy buena calidad.

Factibilidad económica

Es factible económicamente porque es de bajo costo tanto en su creación, su operatividad y en el tiempo invertido en su desarrollo, esta máquina posee pocos materiales y de compra local.

7.5. Actividades



Fuente: Autores

7.6. Evaluación de la propuesta

Dado lo anterior, existe factibilidad económica y técnica, los costos son bajos y las actividades requieren poco tiempo para su desarrollo, por lo tanto se recomienda la implementación de este dispositivo.

CAPITULO VIII.

BIBLIOGRAFÍA

- Balcells, J., Romeral, J. L., & Romeral Martínez, J. L. (1997). *sensores y actuadores*. Barcelona(España): MARCOMBO S.A.
- Harper, G. E. (2004). Diagrama para controladores logico programable. En G. E. Harper, *Fundamentos de control de motores eléctricos en la industria* (págs. 93-95). Mexico.
- Albert Suñe Torrents, F. G. (2004). Proceso. En F. G. Albert Suñe Torrents, *Manual práctico de diseño de sistemas productivos* (pág. 77).
- Alvarez, M. P. (2014). Plc. En M. P. Alvarez, *Controladores Logicos* (págs. 2-3).
- Bernal Torres, C. A. (2006). Metodo Inductivo. En C. A. Bernal Torres, *Metodologia de la Investigacion* (pág. 56). Mexico.
- Boluarte Carbajal, M., Vargas Céspedes, R., & Zulueta Villalta, P. (01 de DICIEMBRE de 2011). *INFOREGION*. Obtenido de INFOREGION: <http://www.inforegion.pe/portada/125332/implementan-novedosa-tecnica-para-el-secado-del-cacao/>
- BOSCH. (2002). *Sensores de Lluvia*.
- Campomanes, J. G. (1990). Circuito electronico . En j. G. Campomanes, *Circuitos eléctricos* (pág. 3).
- Castells, B. X. (2012). Secado. En B. X. Castells, *Sistemas de tratamiento térmico. Procesos a baja temperatura, secado* (pág. 696).
- Diario HOY. (27 de junio de 1999). *hoy.com.ec*. Obtenido de hoy.com.ec: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/es-hora-de-volver-a-de-cacao-14226.html>
- Diario La Hora. (12 de Junio de 2013). *La Hora Nacional*. Obtenido de La Hora Nacional: http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101520182/-1/Apoyo_a_la_producci%C3%B3n_de_cacao.html#.U06ccfl5Pdk

- Espinosa Escobar, C. P., & Mosquera Narvaez, D. R. (2012). *Universidad Central del Ecuador*. Recuperado el 28 de Abril de 2014, de Centro de Informacion Integral:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1559>
- Garcia Silva, E. V., & Sampedro Naranjo, D. E. (15 de Marzo de 2013). *Repositorio Digital Universidad Estatal de Milagro*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Estatal de Milagro:
<http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/1021>
- Garcia Silva, E. V., & Sampedro Naranjo, D. E. (15 de Marzo de 2013). *Repositorio Digital Universidad Estatal de Milagro*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Estatal de Milagro:
<http://hdl.handle.net/123456789/1021>
- Grupo El Comercio. (1 de Enero de 2014). *El Comercio.com*. Obtenido de El Comercio.com: http://www.elcomercio.com.ec/negocios/cacao-Ecuador-exportaciones-produccion_0_1058294172.html
- Homes, B., & Books, G. (2004). *Pergolas*. Canada: Renee E. McAtee.
- IDETEC. (20 de 11 de 2014). *www.ideastechnology.com*. Obtenido de <http://www.ideastechnology.com/?q=node/230>
- IGSS. (Septiembre de 2012). *Schneider Electric*. Obtenido de Schneider Electric: <http://igss.schneider-electric.com/products/igss/product-information/plc-drivers-supported.aspx>
- John Hyde, . C. (2006). PLC. En . C. John Hyde, *Control electroneumático y electrónico* (pág. 112).
- Lelyen , R. (29 de Septiembre de 2011). *Ojo Científico*. Obtenido de Ojo Científico: <http://www.ojocientifico.com/2011/09/29/motor-electrico-como-funciona>
- Linares, G. G. (2012). Motor. En G. G. Linares, *MANEJO DE LOS TRACTORES FORESTALES* (pág. 47).
- Logroño Llumiquinga, C. W., & Zúñiga Rosero, W. O. (21 de Mayo de 2013). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Recuperado el 30 de Abril de 2014, de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://hdl.handle.net/123456789/2358>
- Logroño Llumiquinga, C. W., & Zúñiga Rosero, W. O. (21 de Mayo de 2013). *Escuela Superior Politecnica de Chinborazo*. Recuperado el

30 de Abril de 2014, de Escuela Superior Politecnica de
Chinborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2358>

- Luque, A. G. (2006). Produccion. En A. G. Luque, *Sociopsicología del trabajo* (pág. 179). UOC.
- Maloney, T. (2006). Partes de un PLC. En T. Maloney, *Electrónica industrial moderna* (pág. 76). Mexico.
- Maria Isabel Alfonso Galipienso, . M. (2003). sensores. En . M. Maria Isabel Alfonso Galipienso, *Inteligencia artificial modelos tecnicas y areas de aplicaciones* (pág. 313). thomson.
- Molina Martínez, J. M., & Jiménez Buendía, M. (2010). Entorno de Programacion LabView. En J. M. Molina Martínez, & M. Jiménez Buendía, *Programación Gráfica para Ingenieros* (pág. 3).
- Moreno, L. J., & Sánchez, J. A. (1989). Secado del cacao. En L. J. Moreno, & J. A. Sánchez, *Beneficio del Cacao* (págs. 15-19). Honduras.
- Nates, J. (13 de ABRIL de 2013). *NATURAL-BIODIVERSIDAD*. Obtenido de NATURAL-BIODIVERSIDAD: <http://www.abc.es/natural-biodiversidad/20130412/abci-agricultura-tecnologia-punta-201304121101.html>
- Odebrecht, Marcelo;. (04 de Diciembre de 2013). *ODEBRECHT*. Obtenido de ODEBRECHT: <http://www.odebrecht.com/es/sala-prensa/noticias?id=20208>
- Ollero Baturone, A. (2001). Actuadores. En A. Ollero Baturone, *Robótica: manipuladores y robots móviles* (pág. 5). Barcelona, España.
- Penin, A. R. (2007). Sistemas Scada. En A. R. Penin, *Sistemas Scada*.
- Pérez, A. G. (2003). Ventilador. En A. G. Pérez, *Prácticas de ingeniería de fluidos* (pág. 107).
- Pérez, P. A. (2001). Transformador. En P. A. Pérez, *Transformadores de distribución* (pág. 21). Mexico.
- Pérez, R. p. (2009). El Secado. En R. P. Piza, *La Calidad del cacao* (págs. 30-34). Quito, Ecuador.
- Prieto, P. (08 de Octubre de 2007). *Observatorio Tecnológico*. Recuperado el 29 de Abril de 2014, de Observatorio Tecnológico:

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>

Rodríguez Penin, A. (2007). *Sistemas SCADA*. Mexico: MARCOMBO, S.A.

Roldán Viloría, J. (2013). Motorreductores. En J. Roldán Viloría, *Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas* (pág. 128).

Roldán Viloría, J. (2014). Servomotores. En J. Roldán Viloría, *Motores de corriente continua* (pág. 257).

Rosero, P. P., Saavedra, R., & Ipanaqué, W. (Julio/Diciembre de 2012). *Ingenius*. Obtenido de Ingenius:
<http://ingenius.ups.edu.ec/documents/2497096/3033837/Articulo+7.pdf>

Siguencia Avila, J. M. (2013). *Repositorio Institucional Universidad de Cuenca*. Obtenido de
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3734>

Soriano, J. R. (1999). Calidad. En J. R. Soriano, *Creación y dirección de Pymes* (pág. 247).

Valdés Pérez, F. E., & Pallás Areny, R. (2007). *Microcontroladores*. España: MARCOMBO, S.A.

Valdéz, R. A. (2004). Mercado. En R. A. Valdéz, *Exportación Efectiva* (pág. 67).

Vañó, J. R. (2013). Obtenido de
https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CDAQFjAB&url=http%3A%2F%2Friunet.upv.es%2Fbitstream%2Fhandle%2F10251%2F27291%2FTFC%2520JOSE%2520RAMON%2520MONTROYA%2520VA%25C3%2591O.pdf%3Fsequence%3D1&ei=ulhIU_ueBuaN0A

Vera B, J. (1993). Proceso de secado de cacao en Ecuador. En J. v. B, *Manual Del Cultivo De Cacao* (pág. 128). Quito , Ecuador.

ANEXOS

ANEXO N° 1. FORMULARIO DE ENCUESTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO

Encuesta dirigida a los cacaoteros del Rcto. Aguas Frías de Medellín.

1. ¿Cuál es el Sistema de secado de cacao que utilizan?

Natural

Artificial

2. ¿Qué tipo de tendal es utilizado para el proceso de secado de la almendra?

Madera o Caña

Cemento

Marquesinas (Modificación de las 2 anteriores)

Carretera (asfalto)

3. ¿Cree usted que la calidad del producto (cacao) se vea afectado por no tener un buen secado?

Si

No

Tal vez

4. ¿Las lluvias es un factor que impide el apropiado proceso de secado del producto?

Si

No

Tal vez

5. ¿Al no disponer de un proceso continuo para el secado de la almendra se prolongaría el tiempo para disminuir el porcentaje de humedad?

Si

No

Tal vez

ANEXO N° 2. FORMULARIO DE ENTREVISTA



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO

Entrevista dirigida a los cacaoteros del Rcto Aguas Frías de Medellín.

COOPERACION:

Agradecemos de ante mano por la atención prestada para el desarrollo de esta importante investigación, además le garantizamos guardar absoluta reserva.

- 1) ¿Cuál sería el tipo de tendal más adecuado para el proceso de secado de la almendra de cacao?**

- 2) ¿Cree usted que la calidad del producto (cacao) se vea afectado por no tener un buen secado?**

- 3) ¿Qué acciones se debería tomar si el proceso de secado de la almendra de cacao se alarga por factores climáticos?**

- 4) ¿La remoción de la almendra de cacao que se realiza el primer día es exactamente la misma durante los siguientes días?**

- 5) ¿Varia el proceso de secado del cacao dependiendo de las estaciones del año?**

ANEXO Nº 3. SOFTWARE DE DESARROLLO MIKROBASIC

Paso # 1 Ejecutar como administrador mikroBasic PRO for PIC

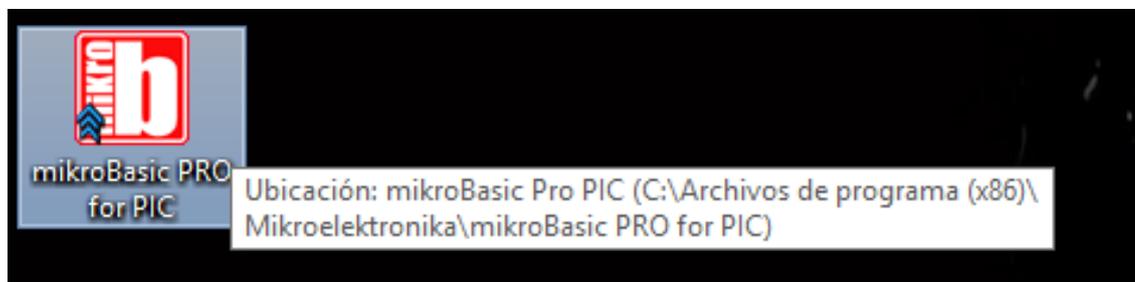


Figura 24. Primer paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC

Fuente: Autores

Paso # 2 Haga click en la pestaña project < new project

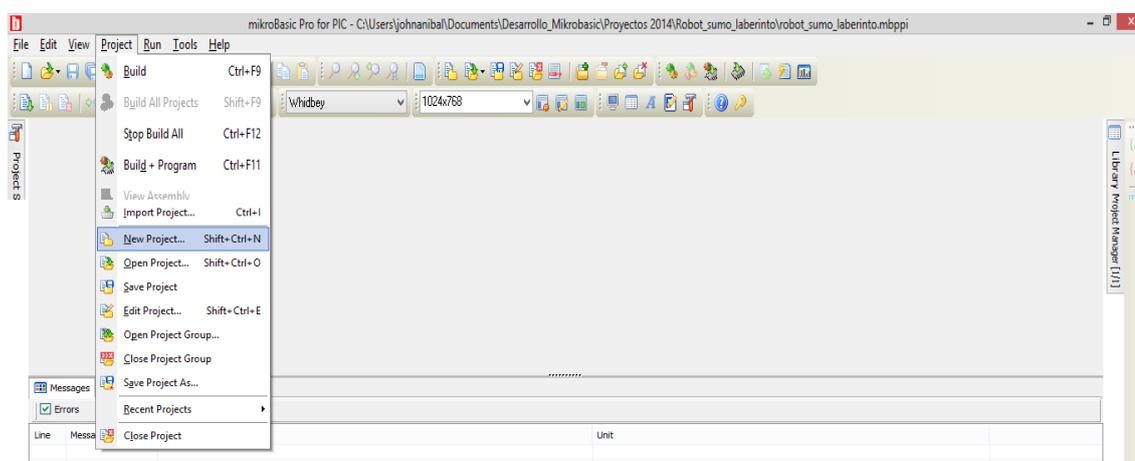


Figura 25. Segundo paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC

Fuente: Autores

Paso # 3 Haga click en next

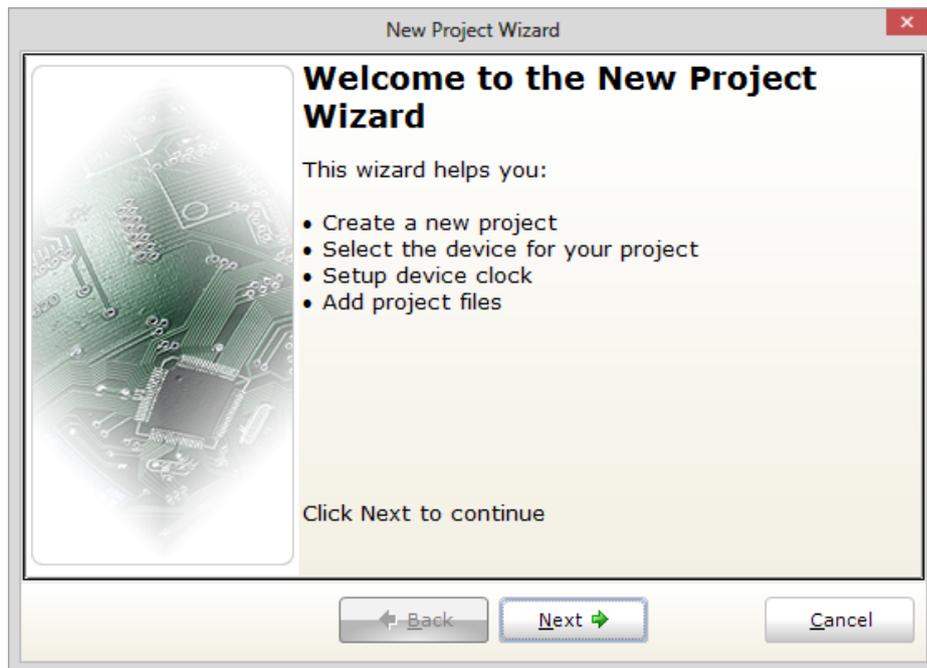


Figura 26. Tercer paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC

Fuente: Autores

Paso # 4 Seleccione el dispositivo que desea utilizar luego click next

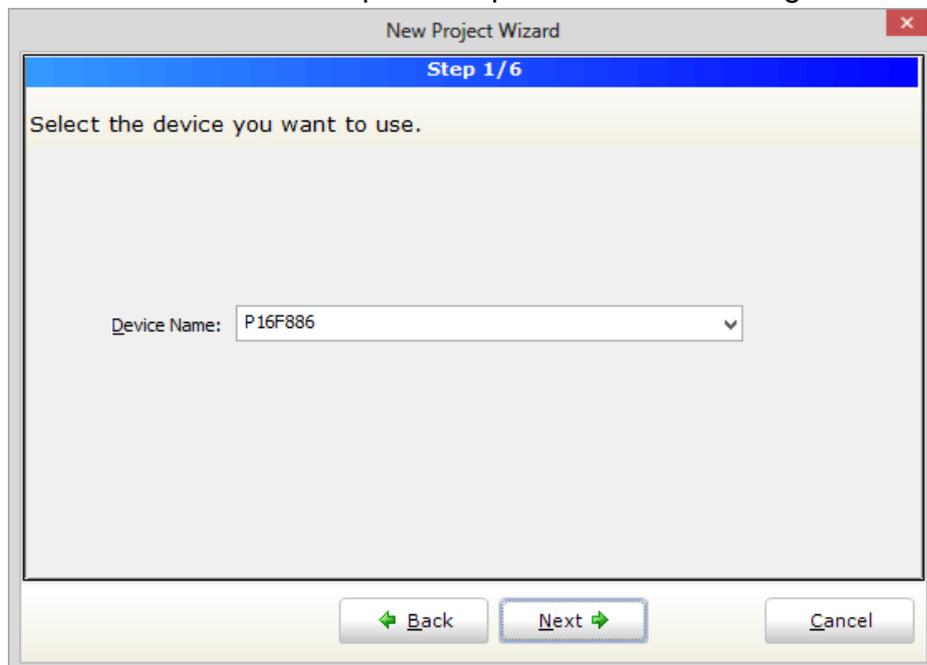


Figura 27. Cuarto paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC

Fuente: Autores

PASO # 5 Seleccione la configuración del reloj del dispositivo (8000000), luego click **next**

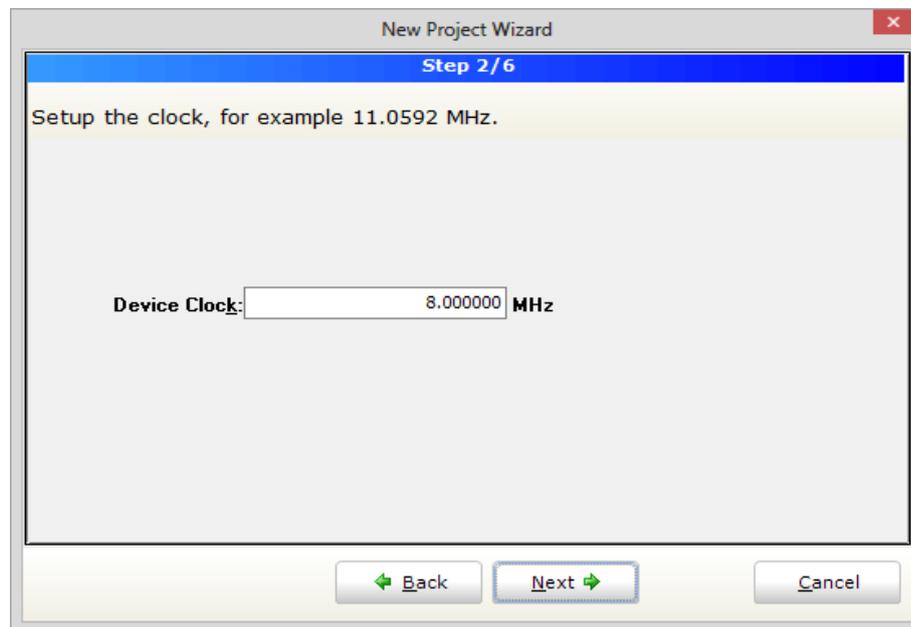


Figura 28. Quinto paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC

Fuente: Autores

Paso # 6 Especificar dónde se guardará el proyecto luego click **next**

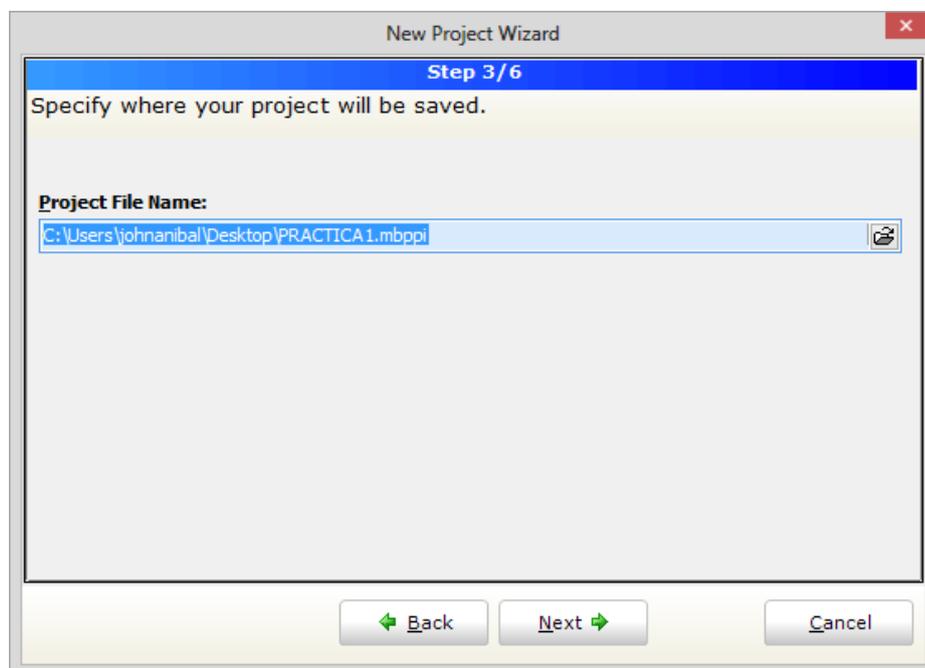


Figura 29. Sexto paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC

Fuente: Autores

Paso # 7 Hacemos click next

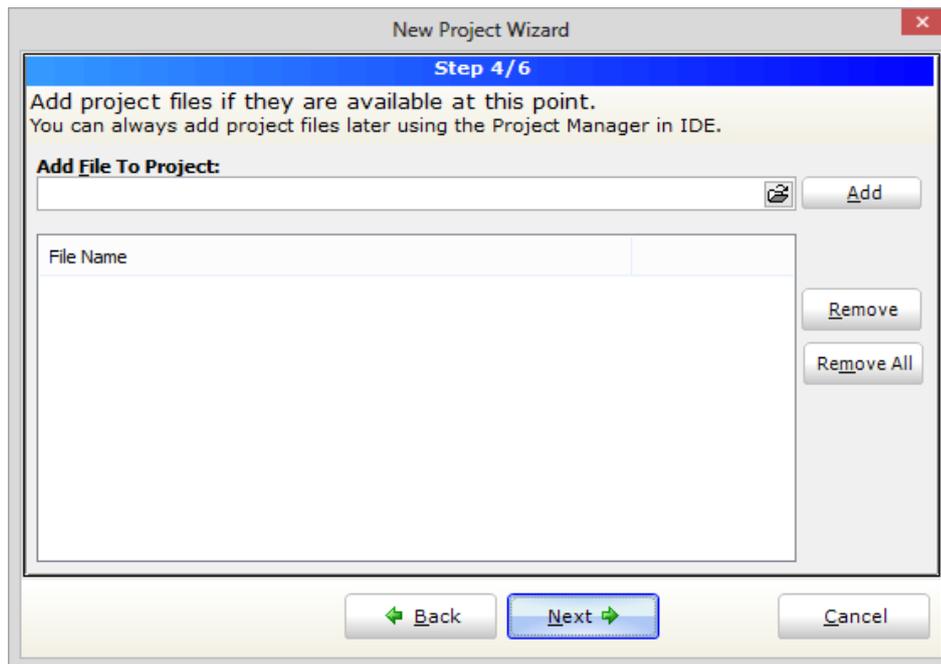


Figura 30. Séptimo paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC

Fuente: Autores

Paso # 8 Hacemos click next

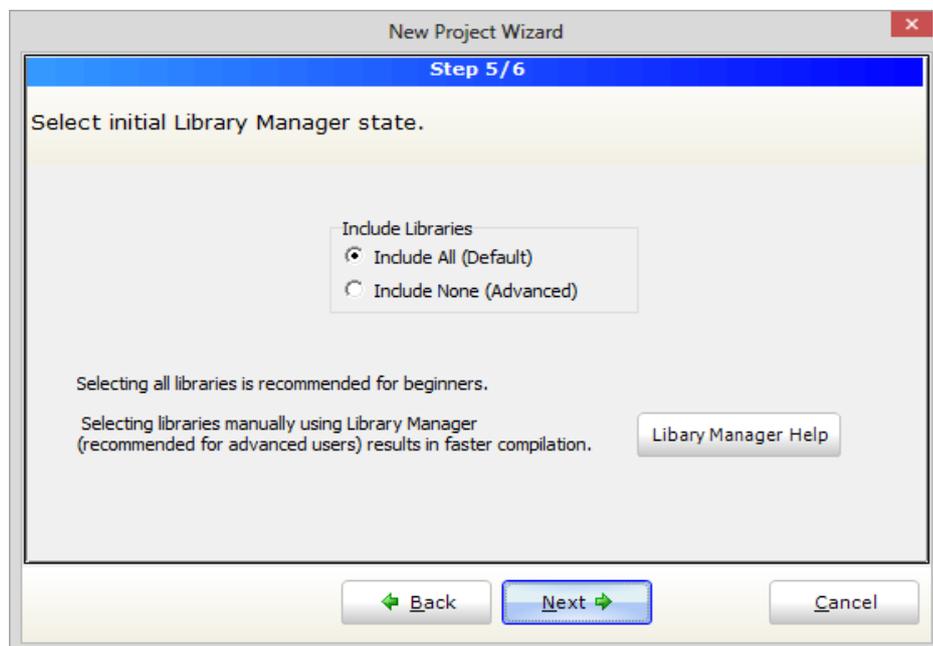


Figura 31. Octavo paso para crear un proyecto en mikroBasic PRO for PIC

Fuente: Autores

Paso # 9 Se ha creado con éxito un nuevo proyecto. Damos click en **Finish**, el proyecto está listo para desarrollar.

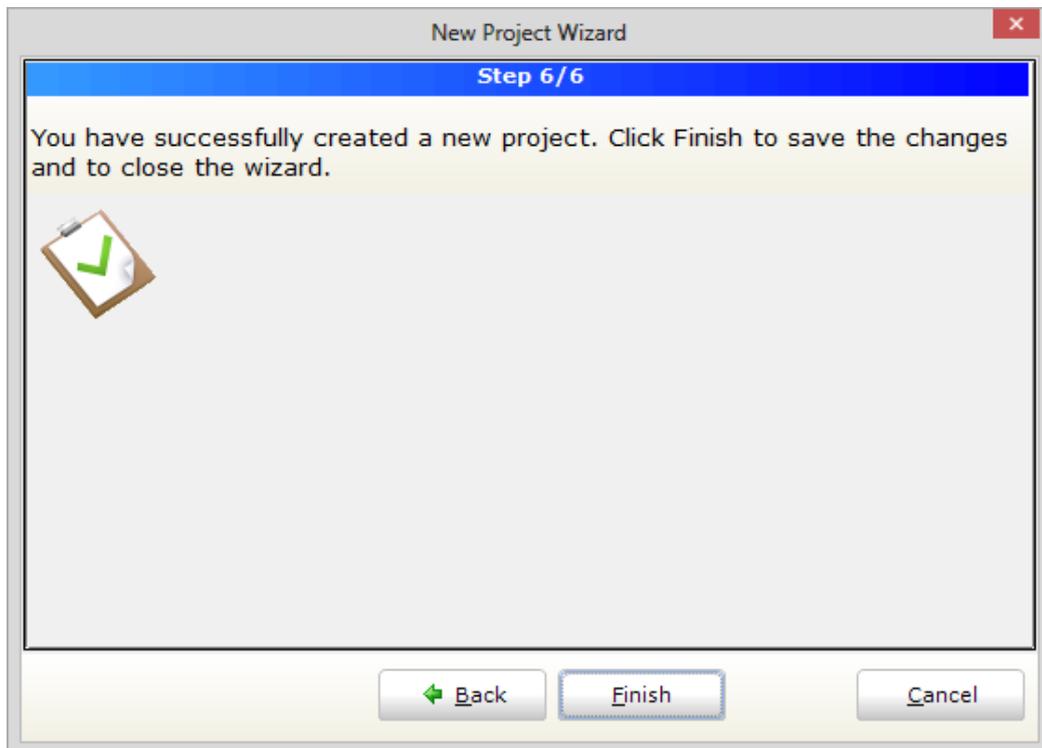


Figura 32. Proyecto creado Satisfactoriamente

Fuente: Autores

ANEXO Nº 4. CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN

```

program secador_cacao_labview
DIM T1,T2,TEMPERATURA_USUARIO,LLUVIA,FRECUENCIA,KP AS
BYTE
DIM TEMP,TEMPC,HUMEDAD AS WORD
DIM TEXTO AS STRING [8]
DIM T,H,L,CENTINELA,CENTINELA2 AS BYTE
DIM dato_recep,viajero,temp1,temp2,temp3,datos_set AS BYTE
sub procedure temperatura
  IF (Ow_Reset(PORTA,2)=0) THEN ' INICIO DE COMUNICACION
    Ow_Write(PORTA,2,0XCC)  ' ATENCION
    Ow_Write(PORTA,2,0X44)  ' PREPARA TEMPERATURA
    Delay_10ms
    Ow_Reset(PORTA,2)      ' INICIO DE COMUNICACION
    Ow_Write(PORTA,2,0XCC) ' ATENCION
    Ow_Write(PORTA,2,0XBE) ' PETICION DE TEMPERATURA
    T1 = Ow_Read(PORTA,2)
    T2 = Ow_Read(PORTA,2)
    TEMP = (T2<<8) OR T1
  
```

```

        TEMPC = (TEMP AND $0FF0)>>4 ' VALOR DE TEMPERATURA
    END IF
end sub
sub procedure SENSOR_HUMEDAD
    HUMEDAD = (Adc_Read(0)*100)/1024
end sub
sub procedure SENSOR_LLUVIA
    if PORTA.RA1=0 then
        LLUVIA = 1
    ELSE
        LLUVIA = 0
    end if
end sub
sub procedure SECAR1()
DIM I AS BYTE
for I = 1 to 3
    WHILE (PORTA.RA4=0)
        PORTC.RC3=0
        PORTC.RC4=1
        Delay_ms(300)
    WEND
    PORTC.RC3=0
    PORTC.RC4=0
    Delay_1sec
    WHILE (PORTA.RA5=0)

        PORTC.RC3=1
        PORTC.RC4=0
        Delay_ms(300)
    WEND
    PORTC.RC3=0
    PORTC.RC4=0
    Delay_1sec
next I
end sub
sub procedure CUBRIR
PORTC.RC0 = 0
PORTC.RC5 = 1
Delay_ms(500)
'Delay_1sec
PORTC.RC0 = 1
PORTC.RC5 = 1
Delay_ms(500)
end sub
sub procedure CUBRIR_AGUA
PORTC.RC0 = 0
PORTC.RC5 = 1
Delay_ms(13000)

```

```

'Delay_1sec
PORTC.RC0 = 1
PORTC.RC5 = 1
Delay_ms(500)
end sub
sub procedure ABRIR
PORTC.RC0 = 1
PORTC.RC5 = 0
Delay_ms(500)
PORTC.RC0 = 1
PORTC.RC5 = 1
Delay_ms(500)
end sub
sub procedure ABRIR_AGUA
PORTC.RC0 = 1
PORTC.RC5 = 0
Delay_ms(12000)
PORTC.RC0 = 1
PORTC.RC5 = 1
Delay_ms(500)
end sub
sub procedure interrupt
  if (PIR1.RCIF=1) then
    PIR1.RCIF=0
    dato_recep = UART1_Read()
    select case viajero
      case 0
        if dato_recep = "T" then ' ide temp
          viajero = 1
        else
          viajero = 0
        end if
      case 1
        temp1 = dato_recep
        viajero = 2
      case 2
        temp2 = dato_recep
        viajero = 3
      case 3
        if dato_recep = "F" then
          viajero= 0
          datos_set= 0xFF
        else
          viajero=0
        end if
    end select
  end if
  INTCON=0XE0

```

```

    PIE1.RCIE=1
    PIR1.RCIF=0
    end sub
sub procedure RETARDO()
    DIM VECES AS WORD
    'VECES = FRECUENCIA*10
    VECES = FRECUENCIA
    while(VECES>0)
        DEC(VECES)
        Delay_1sec()
        'Delay_ms(1250)
    wend
end sub
sub procedure TECLADO()
    KP=0
    'FILA 1
    PORTB=%11101111
    if PORTB.0=0 then
        while(PORTB.0=0) wend
        KP= 0X31
    end if
    if PORTB.1=0 then
        while(PORTB.1=0) wend
        KP=0X32
    end if
    if PORTB.2=0 then
        while(PORTB.2=0) wend
        KP= 0X33
    end if
    if PORTB.3=0 then
        while(PORTB.3=0) wend
        KP= 0X41
    end if
    'FILA 2
    if KP =0 then
        PORTB=%11011111
        if PORTB.0=0 then
            while(PORTB.0=0) wend
            KP= 0X34
        end if
        if PORTB.1=0 then
            while(PORTB.1=0) wend
            KP=0X35
        end if
        if PORTB.2=0 then
            while(PORTB.2=0) wend
            KP= 0X36
        end if
    end if
end sub

```

```

    if PORTB.3=0 then
        while(PORTB.3=0) wend
        KP= 0X42
    end if
ELSE
    RETURN
end if
'FILA 3
if KP =0 then
    PORTB=%10111111
    if PORTB.0=0 then
        while(PORTB.0=0) wend
        KP= 0X37
    end if
    if PORTB.1=0 then
        while(PORTB.1=0) wend
        KP=0X38
    end if
    if PORTB.2=0 then
        while(PORTB.2=0) wend
        KP= 0X39
    end if
    if PORTB.3=0 then
        while(PORTB.3=0) wend
        KP= 0X43
    end if
ELSE
    RETURN
end if
'FILA 4
if KP =0 then
    PORTB=%01111111
    if PORTB.0=0 then
        while(PORTB.0=0) wend
        KP= 0X2a
    end if
    if PORTB.1=0 then
        while(PORTB.1=0) wend
        KP=0X30
    end if
    if PORTB.2=0 then
        while(PORTB.2=0) wend
        KP= 0X23
    end if
    if PORTB.3=0 then
        while(PORTB.3=0) wend
        KP= 0X44
    end if

```

```

ELSE
    RETURN
end if
end sub
sub procedure regresa
    PORTC.RC3=0
    PORTC.RC4=1
    'Delay_ms(8500)
    Delay_ms(500)
    PORTC.RC3=1
    PORTC.RC4=1
    Delay_ms(500)
end sub
sub procedure adelante
    PORTC.RC3=1
    PORTC.RC4=0
    'Delay_ms(8500)
    Delay_ms(500)
    PORTC.RC3=1
    PORTC.RC4=1
    Delay_ms(500)
end sub
main:
OSCCON = 0X75
OPTION_REG = 0X07
INTCON = 0XE0
PIR1.RCIF=0
PIE1.RCIE=1
PORTA = %00000000
TRISA = %00111111
PORTB = %00000000
TRISB = %00001111
PORTC = %00111001
TRISC = %00000000
ANSEL = %00000001
ANSELH = %00000000
WPUB = %00001111
UART1_Init(9600)
TEMPERATURA_USUARIO=28
LLUVIA = 0
CENTINELA=0
CENTINELA2=0
dato_recep=0
viajero =0
temp1 =0
temp2 =0
temp3 =0
datos_set =0

```

```

FRECUENCIA = 1
KP=0
while (KP=0)
  'FUNCION DEL TECLADO
  TECLADO()
  if KP>0 then
    if (KP = 0x31) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA
      UART1_Write_Text("1")
      FRECUENCIA =30
    end if
    if (KP = 0x32) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA
      UART1_Write_Text("3")
      FRECUENCIA =20
    end if
    if (KP = 0x33) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA
      UART1_Write_Text("2")
      FRECUENCIA =30
    end if
    if (KP = 0x34) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA
      UART1_Write_Text("4")
      FRECUENCIA =20
    end if
    if (KP = 0x35) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA
      UART1_Write_Text("6")
      FRECUENCIA =15
    end if
    if (KP = 0x36) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA
      UART1_Write_Text("5")
      FRECUENCIA =15
    end if
    if (KP = 0x37) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA
      UART1_Write_Text("7")
      FRECUENCIA =10
    end if
    if (KP = 0x38) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA
      UART1_Write_Text("9")
      FRECUENCIA =10
    end if
    if (KP = 0x39) then
      UART1_Write(0X2B) ' SIMBOLO DE SUMA

```

```

    UART1_Write_Text("8")
    FRECUENCIA =10
end if
if (KP = 0x41) then
    regresa()
    KP=0
end if
if (KP = 0x42) then
    adelante()
    KP=0
end if
if (KP = 0x43) then
    CUBRIR
    KP=0
end if
if (KP = 0x44) then
    ABRIR
    KP=0
end if

end if
wend
while 1
    'LECTURA DE TEMPERATURA
    temperatura()
    'COMPARACION DE TEMPERATURA
    IF TEMPC >= TEMPERATURA_USUARIO THEN
        T=1
        WordToStr(tempc,texto)
        UART1_Write(0X24)      ' signo dolar
        UART1_Write_Text(texto) ' informacion temperatura
        Delay_1sec
    ELSE
        WordToStr(tempc,texto)
        UART1_Write(0X24)      ' signo dolar
        UART1_Write_Text(texto) ' informacion temperatura
        Delay_1sec
        T=0
    END IF
    'LECTURA DE LLUVIA
    SENSOR_LLUVIA()
    'COMPARACION DE HUMEDAD MENOR AL 8%
    IF (LLUVIA = 1) and (centinela2=0) THEN
        L=1
        UART1_Write(0X25)      ' signo porcentaje
        UART1_Write_Text("1")  ' informacion alarma de LLUVIA
        centinela2=1
        Delay_1sec
    
```

```

end if
if (LLUVIA = 0) and (centinela2=1) THEN
    L=0
    UART1_Write(0X25)      ' signo porcentaje
    UART1_Write_Text("0")  ' informacion alarma de LLUVIA
    centinela2=0
    Delay_1sec
END IF
'LECTURA DE HUMEDAD
SENSOR_HUMEDAD()
'COMPARACION DE HUMEDAD MENOR AL 8%
IF HUMEDAD > 10 THEN
    H=1
    WordToStr(humedad,texto)
    UART1_Write(0X23)      ' signo numeral
    UART1_Write_Text(texto) ' informacion de HUMEDAD
    Delay_1sec
ELSE
    H=0
    WordToStr(humedad,texto)
    UART1_Write(0X23)      ' signo numeral
    UART1_Write_Text(texto) ' informacion de HUMEDAD
    Delay_1sec
END IF
'SETEO DE TEMPERATURA DESDE LABVIEW
if datos_set=0xff then
    datos_set=0
    TEMPERATURA_USUARIO=(temp1 and 0x0f)+(temp2 and 0x0f)*10
    UART1_Write(0X26)      'AMPERSAN
    UART1_Write_Text("1")
    Delay_1sec
end if
'CONTROLADOR DE MOTOR PARA LLUVIA
if (L=1) AND (CENTINELA=0) then
    CENTINELA=1
    CUBRIR_AGUA()
end if
if (L=0) AND (CENTINELA=1) then
    CENTINELA=0
    ABRIR_AGUA
end if
'CONTROLADOR DE MOTOR PARA SECADO
if (H=1)AND(T=1) then
    SECAR1()
    RETARDO()
end if
wend
end.

```

ANEXO Nº 5. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN PICKIT2

Paso # 1 Conexión de Hardware



Figura 33. Conexión de Hardware

Fuente: Autores

Paso # 2 Ejecute el icono de PICKit 2



Figura 34. Icono de PICKit 2

Fuente: Autores

Paso # 3 Hacer click en menú **tools** luego en **check communication**

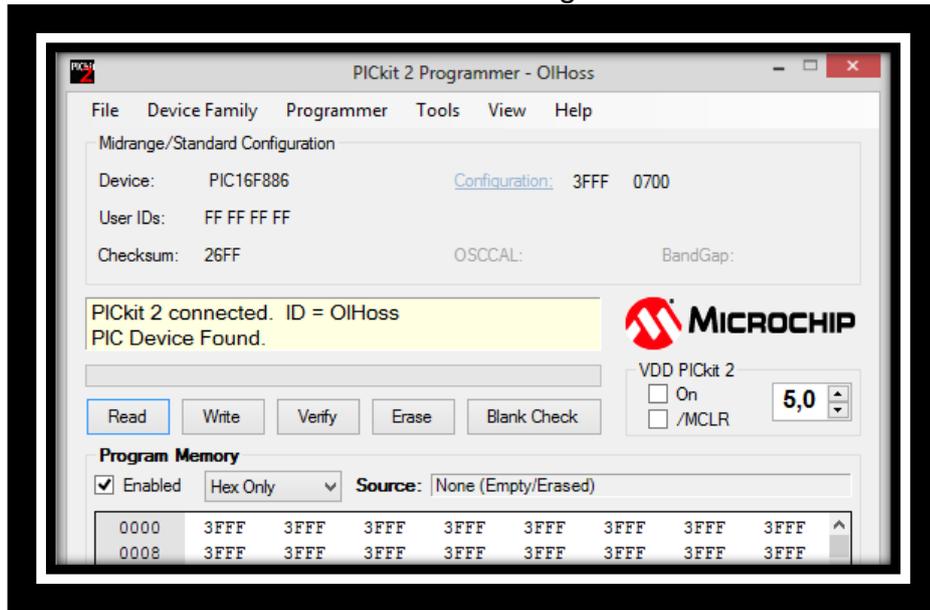


Figura 35. Visualización frontal del programador PICKit 2

Fuente: Autores

Observe que el dispositivo haya sido detectado y proceda a borrar la información con el botón de **ERASE**.

Paso # 3 Importe el archivo .HEX

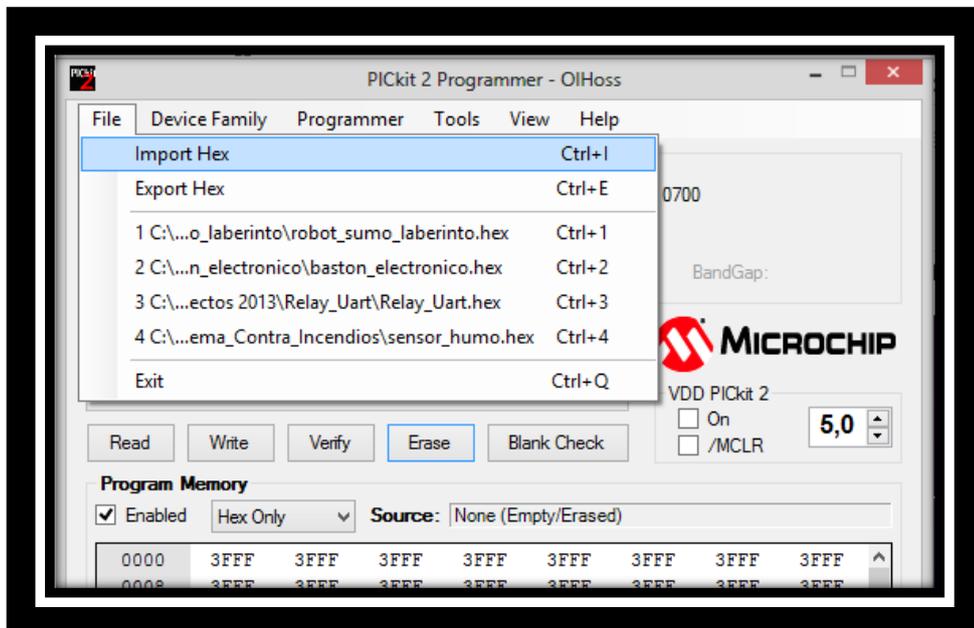


Figura 36. Indicación para Importar Un archivo .Hex

Fuente: Autores

Paso # 4 Programe el dispositivo haciendo click en el botón de **WRITE**

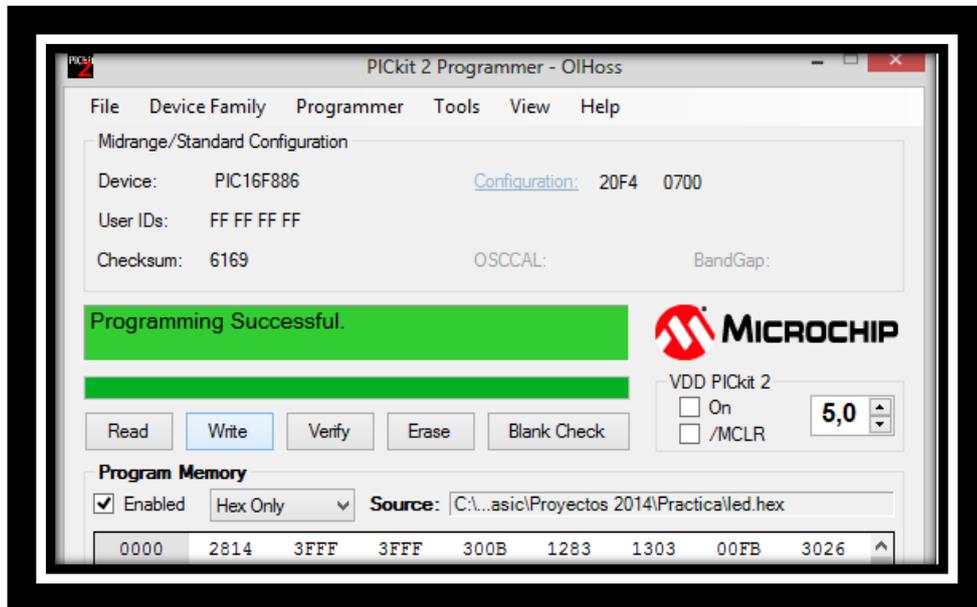


Figura 37. Visualización de como programar el dispositivo (PIC 16f886)

Fuente: Autores

ANEXO Nº 6. SOFTWARE DE INTERFAZ NI LABVIEW

Para tener éxito en la comunicación serial se necesita configurar el puerto de comunicación con los siguientes datos.

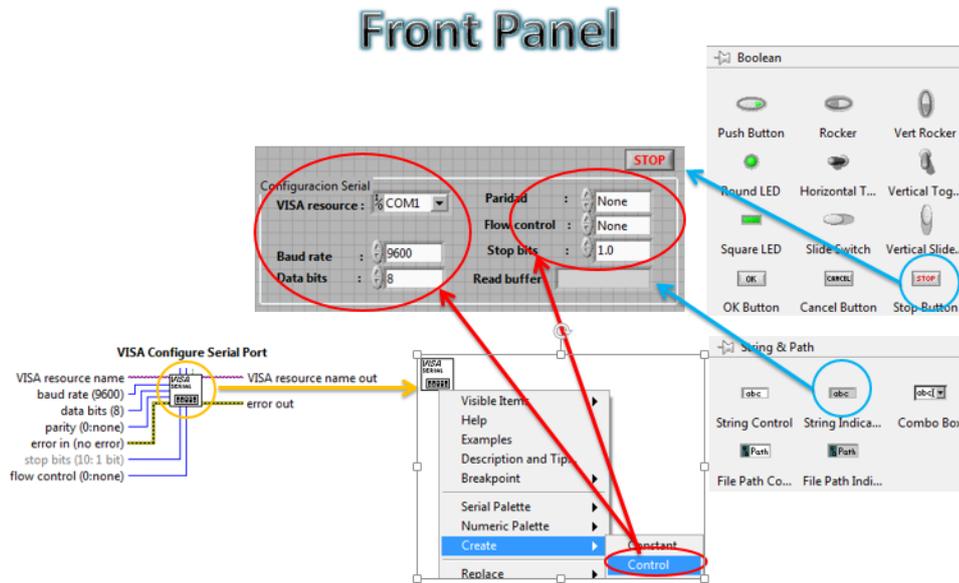


Figura 38. Configuración del puerto de comunicación

Fuente: (IDETEC, 2014)

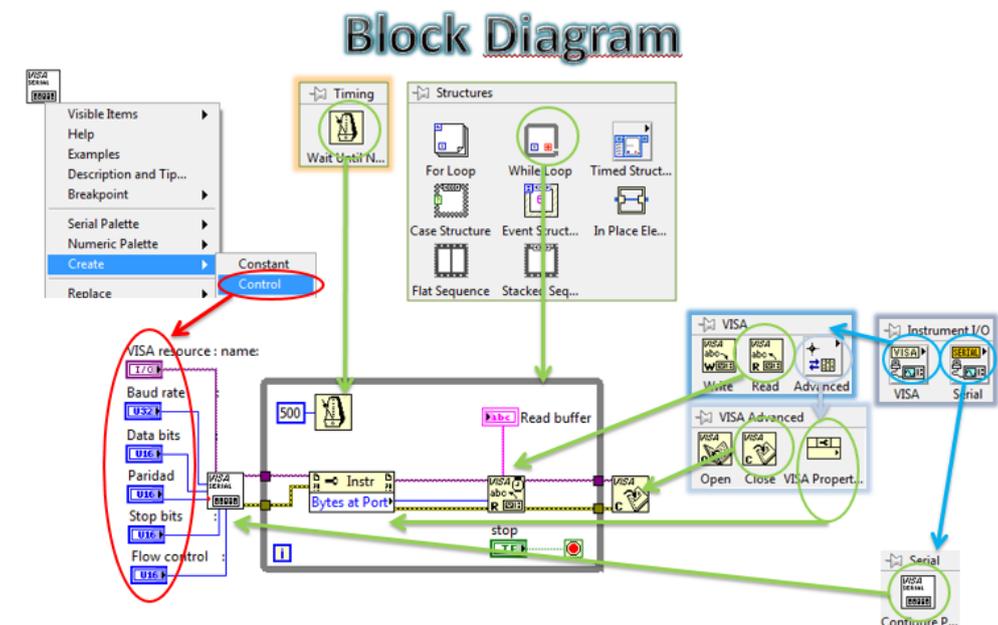


Figura 39. Diagrama de bloque

Fuente: (IDETEC, 2014)

Para hacer uso de los elementos de medición a paleta principal de componentes MODERN, tiene la lista de los principales componentes que usaremos en el panel frontal, entre los cuales destacan:

1. Controles e indicadores numéricos “Numeric”.
2. Controles e indicadores Booleanos “Boolean”.
3. Controles e indicadores de texto “String & Path”.

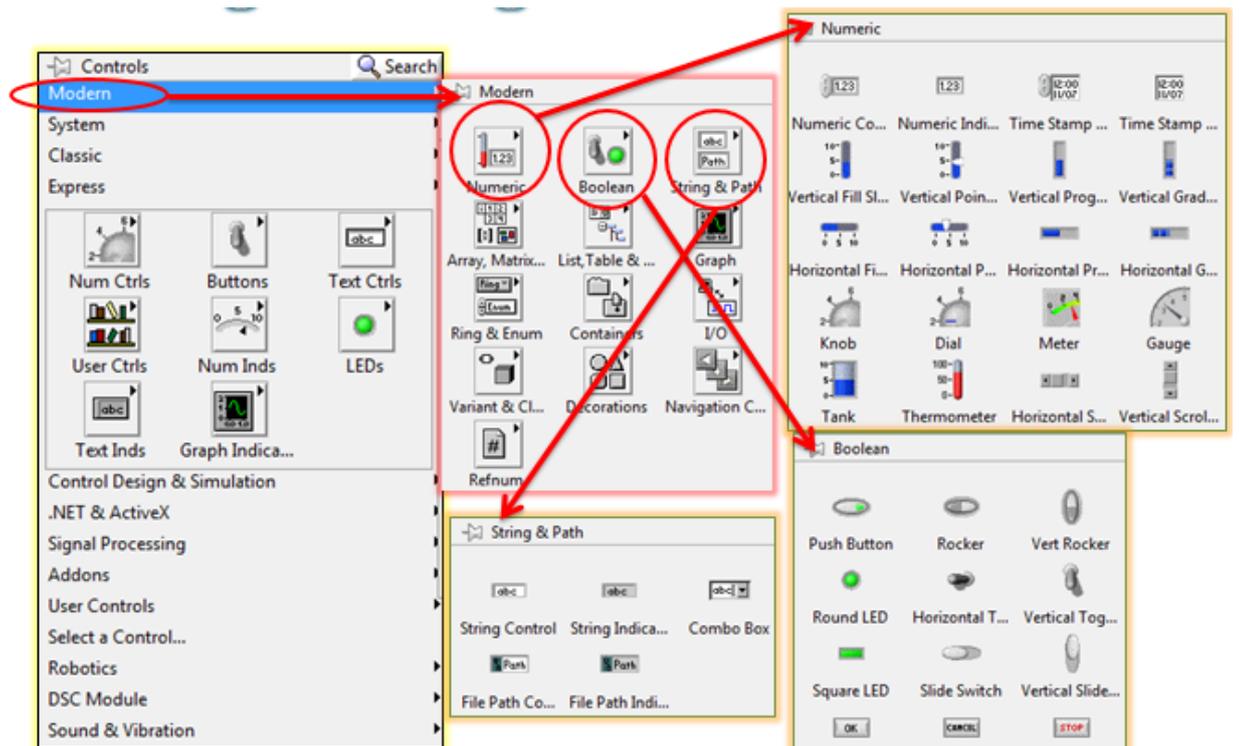


Figura 40. Principales componentes de medición utilizados

Fuente: (IDETEC, 2014)

La paleta principal de funciones “Functions” tiene la lista de los principales bloques de funciones que usaremos en el diagrama de bloques, entre los cuales destacan:

1. “**Structures**” aquí constan funciones condicionales y bucles.
2. “**Numeric**” donde tenemos las principales operaciones aritméticas.
3. “**Comparison**” aquí constan las principales operaciones relacionales.

4. “**Boolean**” donde encontramos las principales operaciones booleanas.
5. “**String**” aquí tenemos las principales funciones para trabajar con este tipo de dato.
6. “**Timing**” donde tenemos funciones para realizar pausas o delays en el programa.
7. “**VISA**” aquí tenemos las principales funciones para trabajar con comunicación serial.

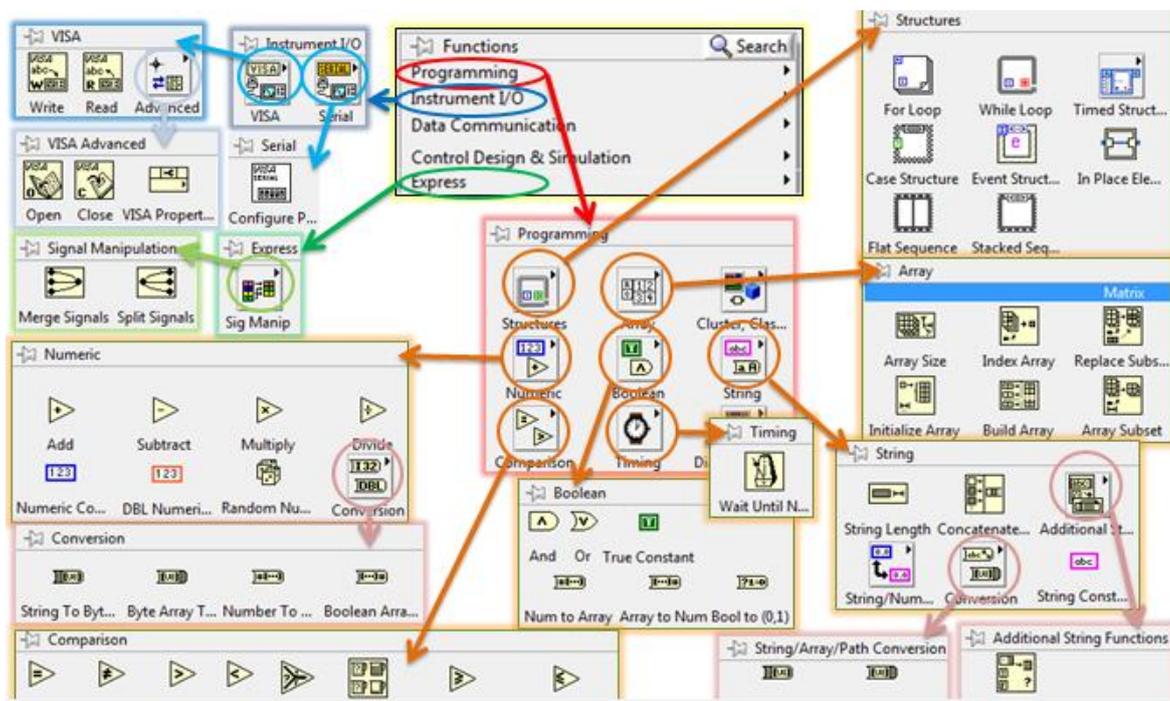


Figura 41. Principales bloques de funciones

Fuente: (IDETEC, 2014)

En este primer ejercicio aprendemos a realizar una interfaz. En el panel frontal usaremos un control numérico para generar un valor numérico y también un indicador numérico para visualizar dicho valor. Además usaremos un control booleano para dar **stop** al programa.

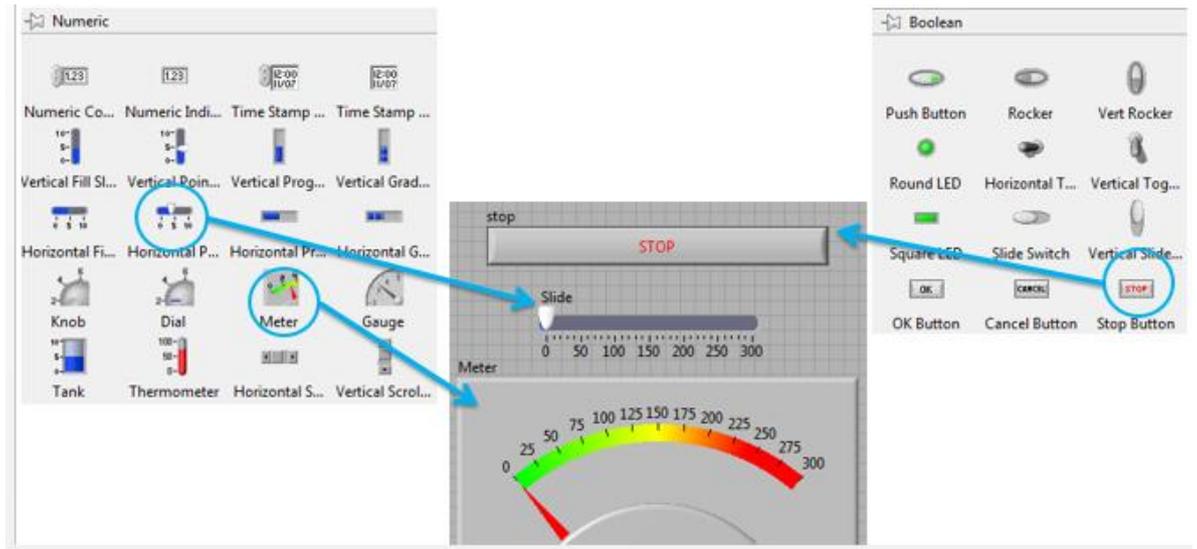


Figura 42. Ejemplo de la visualización del panel frontal

Fuente: (IDETEC, 2014)

Usaremos un **“While Loop”** como una lazo condicional que dependerá del esta booleano del control **“Stop”**. Dentro del lazo condicional usaremos un selector condicional **“Case Structure”**, este selector condicional estará controlado por un botón booleano. En la condición verdadera se asigna el texto **“VERDADERO”** en el indicador de texto y además el valor numérico de 10 en el **NumIndicator**. En la condición falsa se asigna el texto **“FALSO”** en el indicador de texto y además el valor numérico de 0 en el **NumIndicator**. (IDETEC, 2014)

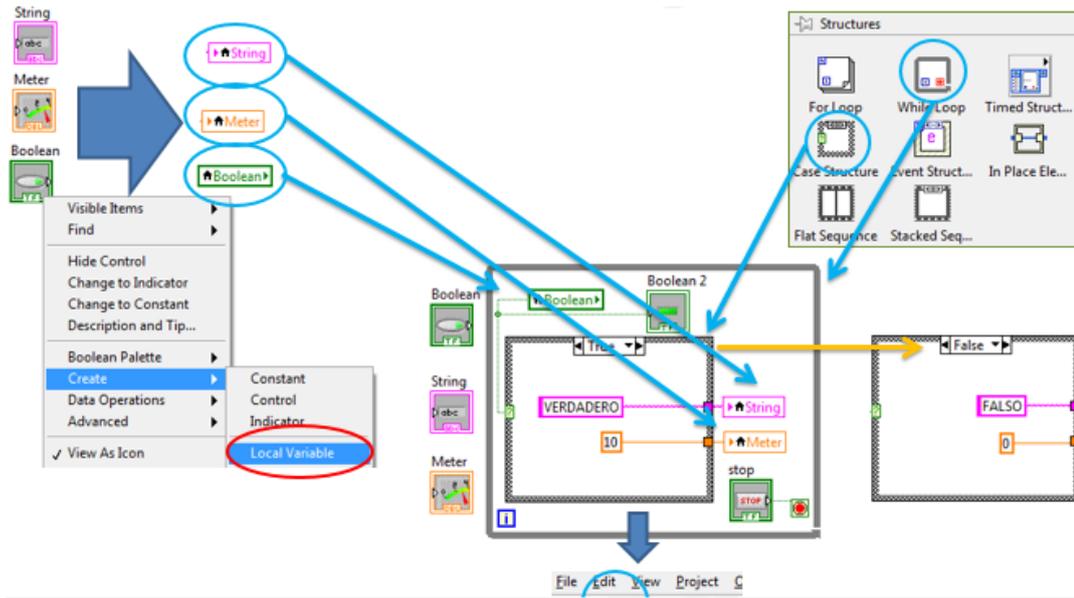


Figura 43. Ejemplo de la visualización del Diagrama de bloque

Fuente: (IDETEC, 2014)

Finalmente se diseña la siguiente interfaz gráfica en NI LabView y procedemos a programar internamente mediante el diagrama de bloques

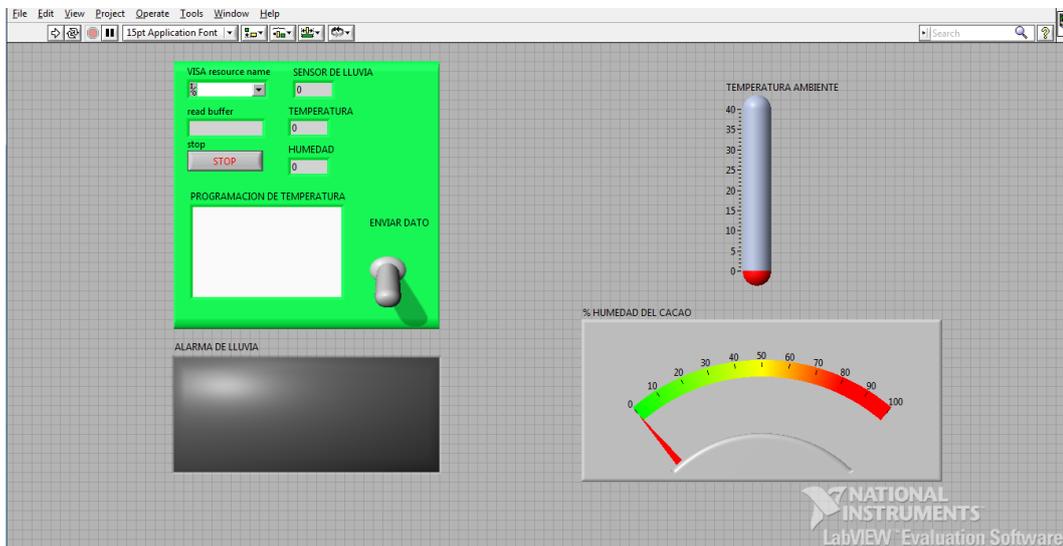


Figura 44. Visualización del panel frontal del Proyecto

Fuente: Autores

La interfaz de control debe estar debidamente conectada de la siguiente manera para que el proyecto funcione de la manera como se va a demostrar en la sustentación del proyecto.

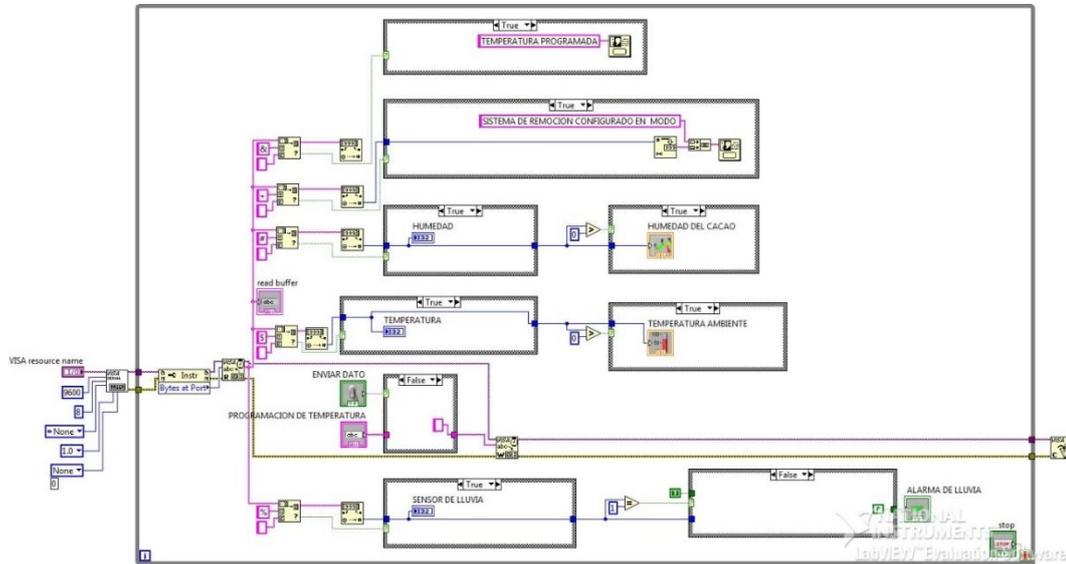


Figura 45. Visualización del Diagrama de bloque del Proyecto

Fuente: Autores

ANEXO N° 7. MANUAL DE USUARIO

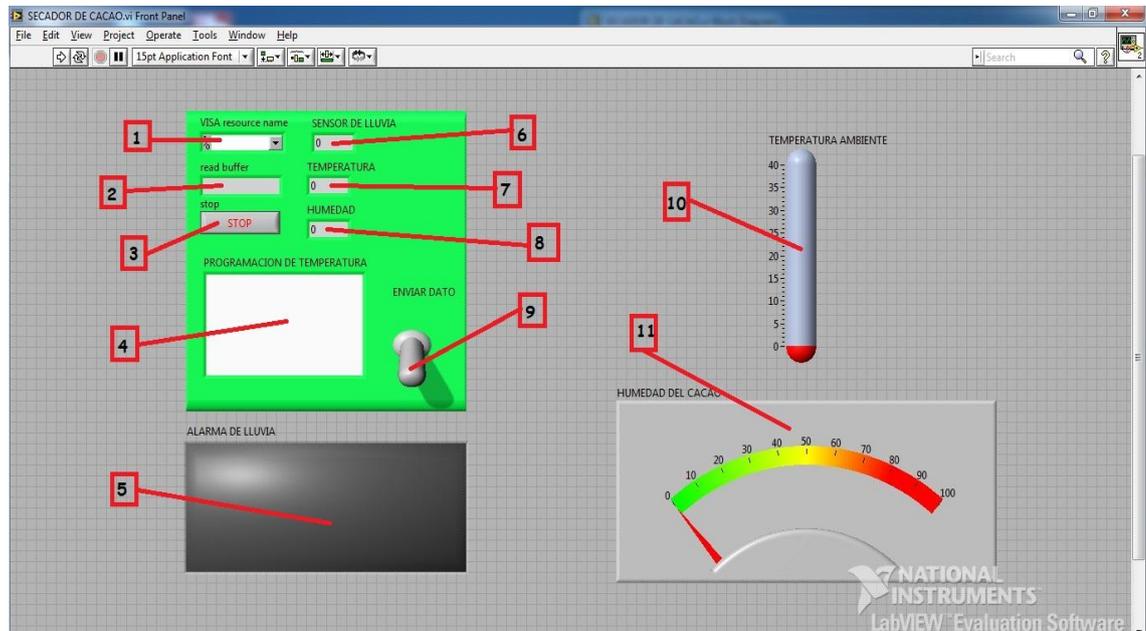


Figura 46. Indicación del funcionamiento de cada elemento del software

Fuente: Autores

1. Selector de puerto COMX para la transmisión y recepción de datos del computador hacia el controlador y viceversa usando protocolo de comunicación UART.
2. Espacio designado para la recepción de todos los datos que sean enviados desde el controlador hacia el computador.
3. Botón para dar fin a la comunicación serial.
4. Ventana designada para el envío de datos hacia el computador para programar la temperatura, trama de envío protegida de la siguiente manera.

TXXF

T = carácter de inicio de trama.

X = dígito de las decenas de la temperatura a programar.

X = dígito de las unidades de la temperatura a programar.

F = carácter de fin de trama.

5. Led indicador de presencia de lluvia se torna de color rojo, caso contrario mantiene el color gris de fondo.
6. Label Indicador de presencia de lluvia.
7. Label indicador de temperatura.
8. Label indicador de humedad.
9. Interruptor utilizado para enviar el dato de temperatura a programar.
10. Indicador gráfico de temperatura del sistema.
11. Indicador gráfico de humedad del sistema.

ANEXO Nº 8. PROYECTO FINAL

