



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

TITULACIÓN INTEGRAL:

TESIS

TECNIFICACIÓN Y
AUTOMATIZACIÓN DE UN
INVERNADERO.

Que para obtener el título de

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

Presenta:

Josué Hernández morales

Número de control

133S0118

Ingeniería Electrónica

RESUMEN

Este proyecto tiene como fin el diseño y construcción de un invernadero automatizado enfocándose en una de las variables imprescindibles durante el proceso de los cultivos como lo son la temperatura y la humedad. Desarrollando un circuito electrónico que sea capaz de monitorear, registrar y controlar dichas variables utilizando diversos dispositivos (microcontrolador, sensores y actuadores) para poder ofrecer al usuario la percepción de las variaciones de estos parámetros durante todo el proceso del cultivo.

Para monitorear las medidas se utilizará un sensor que dará las medidas óptimas de las variables para el perfecto desarrollo del cultivo durante todo el proceso, estará conectado a un dispositivo microcontrolador de la familia Arduino, este recibirá los datos y los enviará a través de Ethernet a un servidor, después se hará la comunicación de la aplicación desarrollada en LabView para almacenar los valores en una base de datos, luego se realizará una representación gráfica detallada en intervalos de tiempo y rangos de medida.

ÍNDICE

INTRODUCCION.....	5
OBJETIVO GENERALES Y ESPECÍFICOS	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA... ..	7
JUSTIFICACIÓN.....	7
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA.....	8
ALCANCES Y LIMITACIONES	9
ESTADO DEL ARTE.....	9
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	14
PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	31
FASE DE ANÁLISIS.....	32
FASE DE DESARROLLO.....	32
DESARROLLO DEL SOFTWARE.....	33
DESCRIPCIÓN DE LA INTERFAZ DESARROLLADA EN ARDUINO.....	35
FASE DE RESULTADOS.....	42
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍAS.....	45

Índice de figuras

Ilustración 1 Comunicación del dht11	15
Ilustración 2 Respuesta del dht11.....	16
Ilustración 3 Transmisión de datos	16
Ilustración 4 Pulsos de respuesta del dht11	18
Ilustración 5 Secuencia de inicio de comunicación.....	18
Ilustración 6 Arduino	19
Ilustración 7Placa arduino.....	21
Ilustración 8 Logo arduino.....	26
Ilustración 9 Diagrama bloques.....	27
Ilustración 10 Librerías.	33
Ilustración 11 Lifa base.....	34
Ilustración 12 añadir Librería.	34
Ilustración 13 Case.....	35
Ilustración 14 Read date	35
Ilustración 15 Labview- Arduino	36
Ilustración 16 Configuración dht11	37
Ilustración 17 Configuración dht11	37
Ilustración 18 Insertar termómetro.....	38
Ilustración 19 Control.....	38
Ilustración 20 Estructura while loop.....	39
Ilustración 21 Declarar arduino	39
Ilustración 22 Comparaciones.....	40
Ilustración 23 Constante humedad.....	40
Ilustración 24 Comparación selec.....	41
Ilustración 25 Constantes para pines	41
Ilustración 26 Colocar leds.....	42
Ilustración 27 Resultados.....	42
Ilustración 28 Simulación	43
Ilustración 29 Simulación de resultados.	44

INTRODUCCIÓN

Un invernadero es una estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro del cual se obtienen condiciones artificiales favorables para producir cultivos agrícolas, así dentro de este se consigue un aislamiento tanto térmico como de ciertos agentes contaminantes de cultivos.

Sin embargo, es necesario que estos invernaderos cuenten con dispositivos que permitan controlar y modificar las condiciones del microclima generado. Al finalizar el proyecto se contará con un sistema tecnificado y automatizado de un invernadero, este contará con un circuito electrónico y programación digital capaz de auto controlar las variables de humedad y temperatura. Las cuales permitirán proteger a los cultivos de factores climáticos como heladas, granizo, sequías, excesos de viento, y demás factores que pudieran perjudicar un cultivo.

Con un invernadero se podrá cultivar plantas todo el año en condiciones óptimas. Permitiendo producir productos agrícolas de excelente calidad, rentables (debido a que se producirá todo el año) y acordes con las exigencias de los mercados.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema automático que permita el monitoreo de las variables físicas temperatura y humedad en un invernadero, así como el control de estas en una base de datos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar un sistema de instrumentación y medida para variables de Temperatura, humedad.
- Diseñar un sistema de gestión de datos que permita el almacenamiento.
- Realizar pruebas de control con el fin de verificar el correcto funcionamiento del registro de las variables medidas utilizando el sistema de gestión de datos.
- Validar estadísticamente el sistema de instrumentación y medida.
- Disminuir los costos de producción, incrementando así mismo la producción y productividad de los cultivos por unidad de superficie.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El trabajo de invernadero se realiza en una serie de procesos los cuales no son medidamente controlados, lo que permite que los procesos de riego y ventilación no se realice de forma correcta por medio del personal encargado, lo que hace que las empresas contraten gran cantidad de personal para las diferentes actividades, ocasionando que los costos sean elevados. De igual forma los recursos utilizados para la producción suelen desperdiciarse por motivos de plagas, infecciones, etc. Que son causa fundamental de un mal control de la producción, que son necesarios utilizar la mayoría de los recursos superando lo presupuestado.

JUSTIFICACIÓN

En vista del rápido crecimiento de la tecnología y los elementos de comunicación desarrollados, se piensa en la posibilidad de adaptar parte de la tecnología existente para mejorar el control y monitoreo de un cultivo bajo invernadero. De acuerdo con lo anterior se busca realizar dicho sistema con la plataforma LabView haciendo una interfaz Arduino y el sensor dht11.

Esta instrumentación permite mejorar los estándares de calidad al reducir la probabilidad de error, al mismo tiempo que se aumenta la capacidad, velocidad de producción del producto y reducir costos en mano de obra. Este proyecto puede aplicarse a cualquier empresa dedicada a la producción y comercio de plantas sembradas en invernaderos. La funcionalidad del sistema será de realizar operaciones de monitoreo de la temperatura y humedad en el invernadero, además de instrucciones de control para activar y desactivar el riego y manejo de dispositivos de ventilación, el usuario podrá controlar la temperatura ambiental en el invernadero mediante sensores especificando los rangos máximo y mínimo de temperatura, luego el sistema adecua el ambiente, activando o desactivando automáticamente los sistemas de riego y ventilación hasta conseguir una temperatura bajo las cuantificaciones especificadas. Las diferentes funcionalidades que ofrece el sistema

también se las podrá realizar de forma manual desde la estación de control del invernadero sin minimizar el nivel de Automatización del sistema para ejecutar cada proceso.

En las últimas décadas la sociedad ha sufrido un cambio brusco debido a los vertiginosos avances producidos en las Tecnologías de la Información, por lo tanto con la implementación de este sistema de dispositivos electrónicos, la empresa o persona puede controlar el riego de las plantas y lo relacionado con los elementos de ventilación; de manera remota, es decir no necesariamente se debe contar con la presencia física del responsable; destacando que mediante el control de estos elementos eléctricos de los invernaderos, se disminuirá el gasto, constituyéndose esto en una ganancia, por cuanto disminuye costos y esfuerzo humano; por lo que, va en beneficio de las empresas dedicadas a este tipo de actividades.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

El control del invernadero se realizó en el instituto tecnológico de Tantoyuca en el área de electrónica.



Desviación Lindero Tametate S/N Col. La Morita. Tantoyuca Ver.

ALCANCES

El alcance de este proyecto es el monitoreo y control de temperatura y humedad relativa para un crecimiento óptimo de los cultivos, dichos factores importantes son la temperatura y la humedad.

LIMITACIONES:

Aspectos como el uso de pesticidas y/o nutrientes no queda reflejado en el presente documento puesto que son factores que dependen del tipo de cultivo, de las posibles enfermedades o plagas sufridas por la planta y requiere el control de un técnico agrícola especializado en las diferentes plantas.

ESTADO DEL ARTE:

Este capítulo aborda un pequeño estudio sobre la evolución de los invernaderos. Comienza con una breve reseña histórica, y continua con la descripción de alguno de los sistemas actuales de monitorización y control de cultivos.

Invernaderos convencionales:

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada y cubierta, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas y fuera de temporada. La idea y la necesidad de este sistema se remontan a 1850, donde la horticultura neerlandesa comenzó a utilizarlos para el cultivo de uvas.

Se descubrió que el cultivo en invernaderos con calefacción y con el más alto nivel de cristal incrementaba el rendimiento. Las plantas crecían más rápidamente cuando se les daba más luz y cuando el entorno cálido era constante. Esto significa que, si no hubiera invernaderos, en los Países Bajos no se podrían explotar plantaciones solamente cultivables en países cálidos. Las tormentas de 1972 y 1973 fueron la razón de llevar a cabo investigaciones científicas técnicas y sistemáticas en la construcción de invernaderos. Conjuntamente con pioneros de la industria y comercio, se redactó la primera normativa para la construcción de invernaderos neerlandesa, NEN 3859. En España, debido a las condiciones climáticas de la costa mediterránea, se desarrolló a finales de la década de los 70 una proliferación del cultivo en invernaderos, siendo las provincias de Alicante, Murcia, Almería y Granada las principales áreas de proliferación. Se notó un impacto mayor en la costa almeriense, donde casi toda su superficie de costa está cubierta por el conocido como "mar de plástico". El clima terrestre es caótico y complejo. Se debe a una multiplicidad de factores en los que el hombre no tiene influencia sustancial alguna. Esto afecta de manera directa a los diferentes tipos de cultivos. En las décadas siguientes, la agricultura deberá afrontar, por una parte, una demanda creciente en alimentos y materias primas básicas, y a la necesidad de utilizar los recursos sin causar degradación o agotamiento del ambiente. Las civilizaciones generalmente han prosperado durante los periodos de clima benigno, incluso muchas fueron incapaces de optimizar sus prácticas agrícolas para ayudar al control del sistema natural; por ello la historia documenta la caída de los sistemas socioeconómicos que no tuvieron capacidad para responder a los cambios del clima o en los recursos de agua y suelo. Se tiene muchas ventajas al tener cultivos bajo invernadero, esto evita los cambios bruscos del clima como la variación de temperatura, la escasez o exceso de humedad. También se puede producir cultivos en las épocas del año más difíciles teniendo: Invernaderos Reales de Laeken en Bruselas. Construidos durante los años 1874 y 1895 Barroso García, Andrés cosechas fuera de temporal, sustituyendo el clima de otras regiones y alargando el ciclo del cultivo. Otra de las ventajas es el de obtener productos de mejor calidad y una mayor producción en la cosecha, y así incrementar la economía. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final. En los últimos años son muchos los agricultores que han iniciado la instalación de artilugios que permiten la

automatización de la apertura de las ventilaciones, radiómetros que indican el grado de luminosidad en el interior del invernadero, instalación de equipos de calefacción, etc.

Control y monitorización de invernaderos:

Durante la década de los 70's se comienza a desarrollar un elemento fundamental en la rama de la electrónica y el control, el microcontrolador. Un elemento formado por un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria, diseñado para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Desde su origen, se han perfeccionado y mejorado los distintos tipos de microcontroladores en el mercado. Este potencial desarrollado durante estos últimos años ha permitido la facilidad de integrar microcontroladores en todo tipo de sistemas de control, de forma que se pueda realizar una regulación del sistema por un módico precio y una gran fiabilidad y precisión. Jugando un papel fundamental como cerebro y controlador de señales en cualquier sistema de lazo cerrado, el microcontrolador permite recibir señales de entrada (sensores), interpretarlas, y tomar decisiones en sus salidas (actuadores).

Este elemento es el pilar básico en el control ambiental, basado en manejar de forma adecuada todos aquellos sistemas instalados en el invernadero: sistema de calefacción, sistema humidificador y de ventilación, para mantener los niveles adecuados de temperatura, humedad relativa y calidad del aire. Con ello conseguir la mejor respuesta del cultivo y, por tanto, mejoras en el rendimiento, precocidad, calidad del producto y calidad del cultivo.

El usuario introduce las condiciones ambientales deseadas y el microcontrolador actúa sobre sus salidas para conseguirlas, corrigiendo sus decisiones gracias a la labor de los sensores, los cuales permiten cerrar el Microcontrolador Arduino lazo de control. De esta forma, puede crearse un microclima con unas condiciones determinadas de temperatura, humedad y calidad de aire en el invernadero.

Actualmente diversos sistemas y procesos se encuentran automatizados, es decir, se han aplicado sistemas mecánicos y electrónicos para controlar el proceso y no requerir intervención humana para su funcionamiento. La automatización se ha desarrollado rápidamente, se han creado nuevos avances tecnológicos y técnicas de control, que son aplicados en diversas áreas como la industria, medicina, aeronáutica, entre otros. En el área de la agronomía, la automatización cumple un rol muy importante debido a que optimiza los procesos, incrementando la productividad y mejora la calidad de los productos, esto ayuda a satisfacer las exigencias del mercado. Por otro lado, los avances dentro del control climático han permitido la mejora de sistemas como es el caso de los invernaderos.

Diferentes métodos y modelos de control son aplicados para controlar el comportamiento de las variables climáticas que afectan el entorno del invernadero. Se usan desde sistemas de control usando lógica clásica hasta sistemas de control inteligente, que usan lógica difusa, redes neuronales, entre otros. Además, se han desarrollado diferentes dispositivos y mecanismos que permiten medir y variar las variables de interés dentro del invernadero.

Importancia del cultivo bajo invernaderos

Los consumidores demandan productos agrícolas de alta calidad y diversidad durante todo el año, esto no es posible debido a los cambios climáticos que se producen, es por ello por lo que el uso de invernaderos juega un papel muy importante para enfrentar este problema. Los invernaderos permiten obtener condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo y crecimiento de las plantas dentro de un espacio cerrado.

Por lo tanto, se crea una barrera física entre los cultivos dentro del invernadero y el clima exterior, esto ayuda a proteger a las plantas de los fenómenos atmosféricos como la caída de granizas y heladas que dañan los cultivos, así como también de los fuertes vientos, las lluvias y elevadas temperaturas.

Por otro lado, facilita el control de plagas y enfermedades las cuales pueden ocasionar grandes pérdidas en la producción. En consecuencia, la implementación de invernaderos permite al agricultor obtener cosechas durante todo el año, incluso en épocas de invierno, ayuda a reducir el tiempo y obtener productos agrícolas de alta calidad.

Problemática que afrontan los invernaderos no automatizados

La mayoría de los agricultores que optan por construir invernaderos para proteger sus cultivos del clima externo y crear un microclima dentro de este espacio cerrado, no toman en cuenta la implementación de un sistema automatizado que los ayude a lograr establecer las mejores condiciones climáticas de acuerdo con la necesidad de cada tipo de cultivo. Las variables climáticas como la temperatura, humedad, CO₂ y la radiación solar influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Un mal manejo de estos parámetros puede afectar considerablemente a la planta. Por ejemplo, un exceso de humedad en el interior del invernadero puede generar enfermedades en los cultivos.

Por otro lado, existe un mal manejo de recursos naturales como el agua, cuando el invernadero no cuenta con un sistema que permita monitorear continuamente las variables climáticas como temperatura y humedad, no se establece un tiempo de riego adecuado y se dificulta mantener la temperatura en las condiciones ideales para el cultivo, ya que no se sabe cuánta agua se necesita o con qué frecuencia se debe efectuar el riego.

Los invernaderos operados manualmente por el agricultor ayudan a proteger los cultivos de los fenómenos climáticos y crear un microclima; sin embargo, no brinda las ventajas o eficiencias que se logran obtener con un invernadero automatizado.

FUNDAMENTO TEORICO:

SENSOR DHT11

El DHT11 es un sensor de temperatura y humedad digital de bajo costo. Utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no hay pines de entrada analógica). Es bastante simple de usar, pero requiere sincronización cuidadosa para tomar datos. El único inconveniente de este sensor es que sólo se puede obtener nuevos datos una vez cada 2 segundos, así que las lecturas que se pueden realizar serán mínimas cada 2 segundos.

En comparación con el DHT22, este sensor es menos preciso, menos exacto y funciona en un rango más pequeño de temperatura / humedad, pero su empaque es más pequeño y menos costoso.

Características

- Alimentación: $3Vdc \leq Vcc \leq 5Vdc$
- Rango de medición de temperatura: 0 a 50 °C
- Precisión de medición de temperatura: ± 2.0 °C .
- Resolución Temperatura: 0.1°C
- Rango de medición de humedad: 20% a 90% RH.
- Precisión de medición de humedad: 4% RH.
- Resolución Humedad: 1% RH
- Tiempo de sensado: 1 seg.

Funcionamiento del DHT11.

El DHT11 no utiliza una interfaz serial estándar como I2C, SPI o 1Wire. En cambio, requiere su propio protocolo para comunicarse a través de un solo hilo. Afortunadamente el protocolo es simple y puede implementarse tranquilamente usando los pines de I/O en un PIC o cualquier otro microcontrolador (un AVR vestido de azul y blanco viene a nuestra mente).

Gracias a la amabilidad de la gente de embedded-lab.com tenemos las siguientes imágenes que he traducido y que explican en detalle la comunicación. Dicen por ahí que una imagen vale más que mil palabras y para nuestro caso, llevan razón con este dicho:

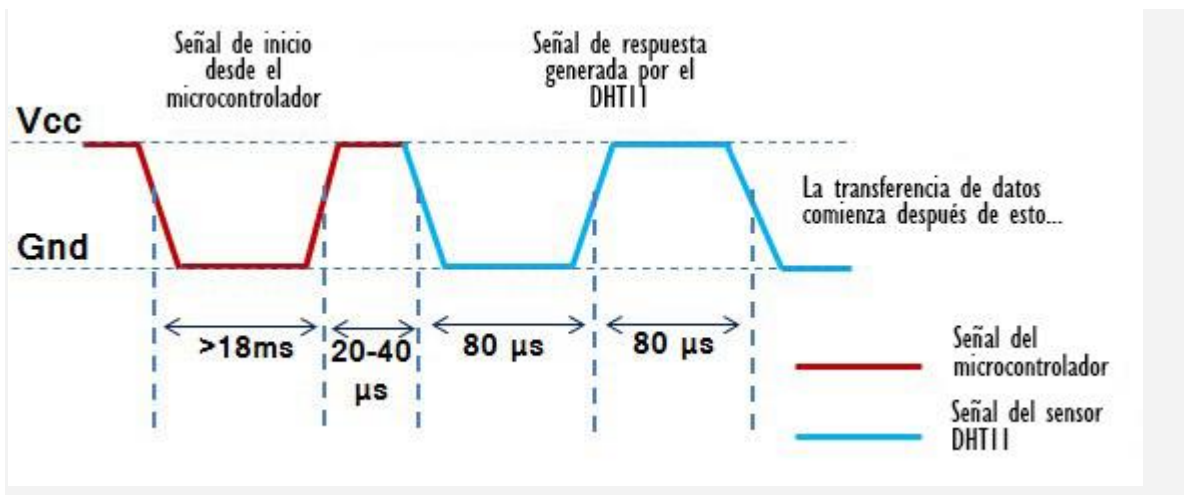


Ilustración 1 Comunicación del dht11

Para iniciar la comunicación con el DHT11 el micro “jala” la línea de datos a tierra por al menos 18 mS

El microcontrolador debe iniciar la comunicación con el DHT11 manteniendo la línea de datos en estado bajo durante al menos 18 ms. Luego el DHT11 envía una respuesta con un pulso a nivel bajo de 80 uS y luego deja “flotar” la línea de datos por otros 80 uS. En la figura de arriba, el pulso de inicio enviado por el microcontrolador está coloreado en rojo, mientras que la respuesta desde el sensor esta coloreada en azul.

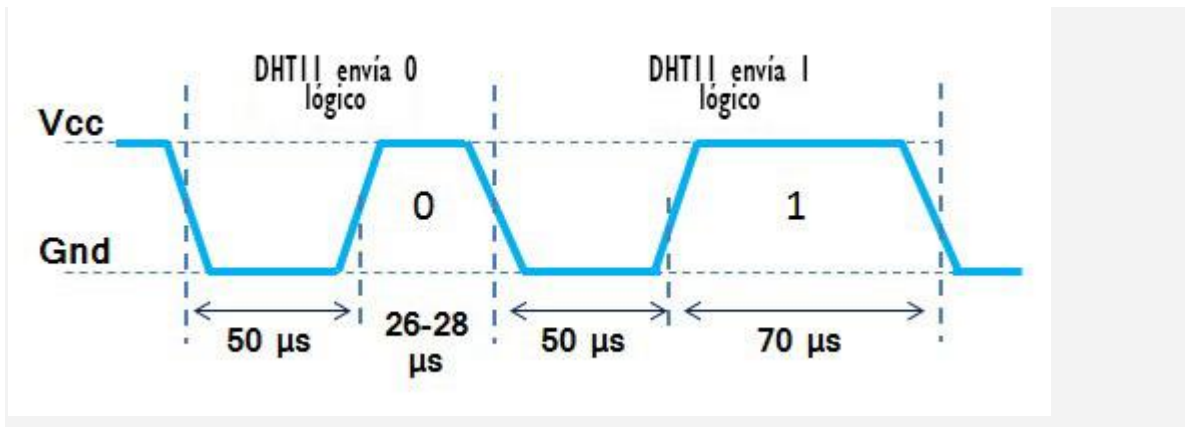


Ilustración 2 Respuesta del dht11

La codificación de datos está basada en un esquema de ancho de pulso: Un pulso ancho representa un 1 lógico, un pulso corto representa un 0 lógico.

Los datos binarios se codifican según la longitud del pulso alto. Todos los bits comienzan con un pulso bajo de 50 uS. En nuestra librería aprovechamos el pulso bajo en cada bit para sincronizar con la señal del DHT11. Luego viene un pulso alto que varía según el estado lógico o el valor del bit que el DHT11 desea transmitir. Se utilizan pulsos de 26-28 microsegundos para un “0” y pulsos de 70 microsegundos para un “1”.

Los pulsos se repiten hasta un total de 40 bits.

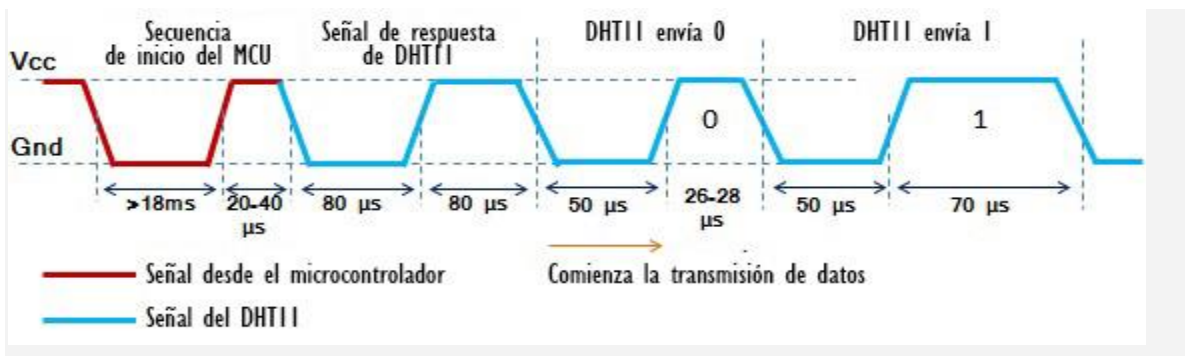


Ilustración 3 Transmisión de datos

Una transmisión completa comienza como ya describimos y se compone de 40 bits (5 bytes) que incluyen todos los datos que el sensor puede proporcionar.

En cuanto a los datos que se transmiten, su interpretación es como sigue:

- Se transmiten 40 bits (5 bytes) en total
- El primer byte que recibimos es la parte entera de la humedad relativa (RH)
- El segundo byte es la parte decimal de la humedad relativa (no se utiliza en el DHT11, siempre es 0)
- El tercer byte es la parte entera de la temperatura
- El cuarto byte es la parte decimal de la temperatura (no se utiliza en el DHT11, siempre es 0)
- El ultimo byte es la suma de comprobación (checksum), resultante de sumar todos los bytes anteriores

Comunicación con el DHT11 en el mundo real

La trama del DHT11 se ve así en el osciloscopio, recordemos que cada “cuadrado” en la pantalla del instrumento equivale a 100 μ S.

De izquierda a derecha se observa lo siguiente:

1. Fin de la señal de inicio seguida de un “glitch” a nivel alto que ocurre mientras el microcontrolador libera el bus y el DHT11 toma el control de la línea.
2. Pulso de respuesta bajo del DHT11 de alrededor de 80 μ S.
3. Pulso de respuesta alto del DHT11 de alrededor de 80 μ S.
4. Primer bit “0” compuesto de un pulso bajo de 50 μ S y otro alto de alrededor de 25 μ S
5. Segundo bit “0”
6. Tercer bit “1” compuesto de un pulso bajo de 50 μ S y otro alto de alrededor de 70 μ S
7. La secuencia continua (0 0 0 1 ... etc.)

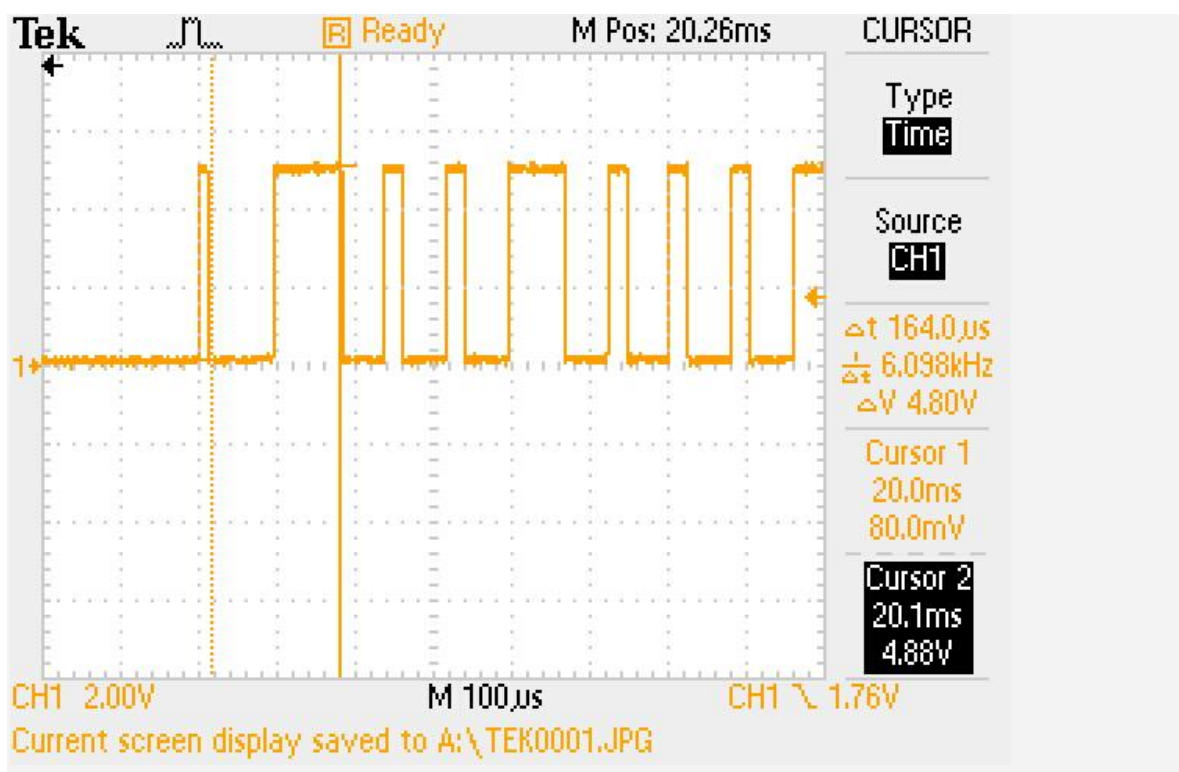


Ilustración 4 Pulsos de respuesta del dht11

Pulsos de respuesta del DHT11 y primeros bits en la trama del DHT11.

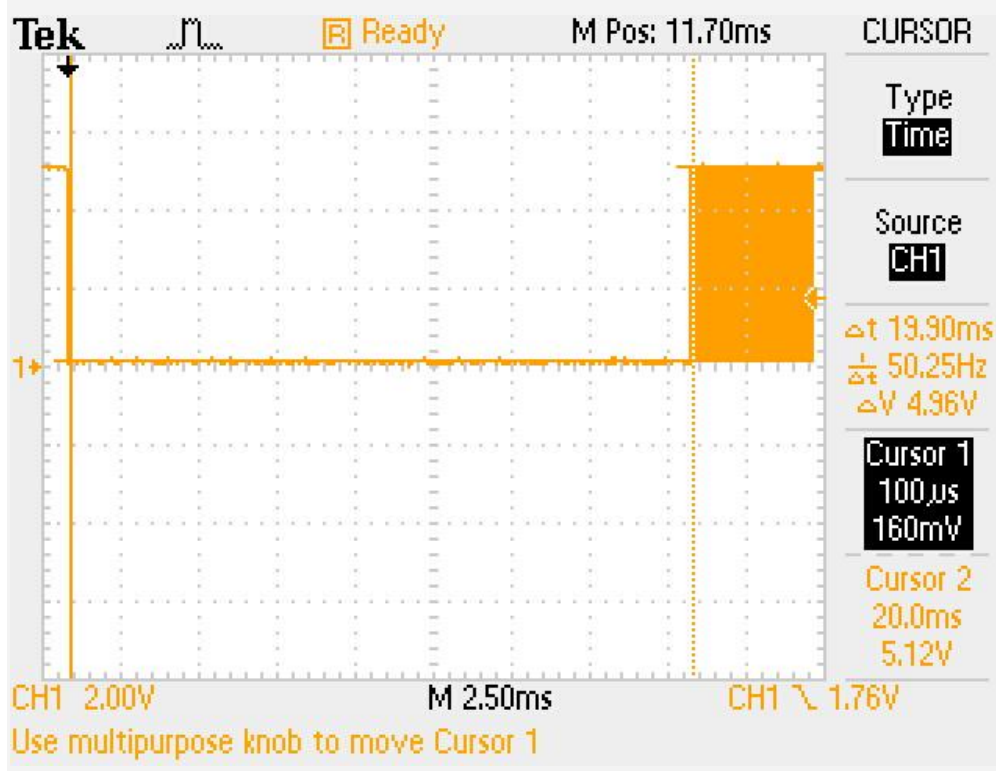


Ilustración 5 Secuencia de inicio de comunicación.

Secuencia de inicio de comunicación con el DHT11. Se muestra el pulso de 20 ms y los datos que van mucho más rápido se ven como la barra naranja a la derecha.

ARDUINO

Arduino es el nombre que recibe una de los hardware (con su software) libres más usados del mundo para configuración básica y elemental de un objeto electrónico. Arduino comenzó siendo básicamente una plataforma electrónica que consistía en una placa con dos puertos, uno de entrada y uno de salida, con uno de los lenguajes de programación más sencillos del mundo, orientados a la configuración y utilización en cualquier función que se le escribiera y ordenará.

A través del puerto de salida, el usuario podía conectar una pantalla en la que se mostrarían los datos que ejecutaría el lenguaje de programación que muestra el Entorno de Desarrollo Integrado que posee.

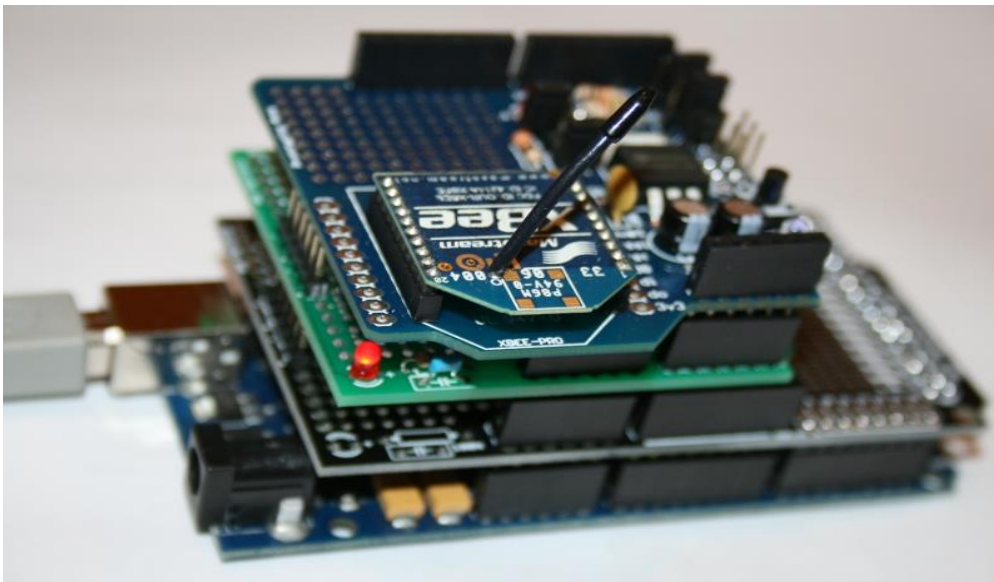


Ilustración 6 Arduino

El hardware de la placa Arduino está conformado por una placa en la que están integrados un microcontrolador de 8 bits desde su creación en el 2005, desde el 2012 se han creado placas de Arduino con microprocesadores de 32 bits capaces de ejecutar funciones más exigentes. También incorpora los dos puertos (salida y entrada) en los que se pueden conectar otros dispositivos como cargadores, otras placas, pantallas LCD, y conectores USB, el cargador de arranque y el lenguaje de programación.

Las placas Arduino son utilizadas como componentes electrónicos de electrodomésticos, en algunos automóviles y aparatos son utilizadas para controlar los encendidos de motores de arranque, también para convertir datos de analógicos a digitales y servir para pequeños proyectos de investigación portátiles, independientes de ordenadores más grandes, pero limitadas a la función para la que fueron configuradas. Un sistema de luces puede ser controlado a través de una placa Arduino con mucha facilidad.

El lenguaje de programación multifuncional con el que trabaja la placa Arduino puede trabajar con muchos otros lenguajes como el Visual Basic de Microsoft, un sistema para programar soluciones sistemáticas dentro del ambiente Windows.

Durante su proceso de desarrollo son pocos los avances comerciales que se les ha dado a la placa, pero entre ellos destacan los diversos equipos científicos que se han desarrollado a partir de estas, como el Osciloscopio de Código Abierto o la plataforma que permitía convertir un televisor convencional en un computador al que incluso se le podía conectar un teclado QWERTY.

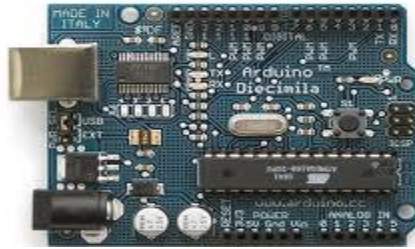


Ilustración 7 Placa arduino

LabVIEW

LabVIEW es un software de ingeniería diseñado para aplicaciones que requieren pruebas, medidas y control con acceso rápido a información de datos y hardware.

Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer programas relativamente complejos, imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales.

También es muy rápido hacer programas con LabView y cualquier programador, por experimentado que sea, puede beneficiarse de él. Los programas en LabView son llamados instrumentos virtuales (VIs) Para los amantes de lo complejo, con LabView pueden crearse programas de miles de VIs (equivalente a millones de páginas de código texto) para aplicaciones complejas, programas de automatizaciones de decenas de miles de puntos de entradas/salidas, proyectos para combinar nuevos VIs con VIs ya creados, etc. Incluso existen buenas prácticas de programación para optimizar el rendimiento y la calidad de la programación. El LabView 7.0 introduce un nuevo tipo de subVI llamado VIs Expreso (Express VIs). Estos son VIs interactivos que tienen una configuración de caja de diálogo que permite al usuario personalizar la funcionalidad del VI Expreso. El VIs estándar son VIs modulares y personalizables mediante cableado y funciones que son elementos fundamentales de operación de LabView.

Presenta facilidades para el manejo de:

Interfaces de comunicaciones:

- Puerto serie
- Puerto paralelo
- GPIB
- PXI
- VXI
- TCP/IP, UDP, DataSocket
- Irda
- Bluetooth
- USB
- OPC...

Capacidad de interactuar con otros lenguajes y aplicaciones:

- DLL: librerías de funciones
- .NET
- ActiveX
- Multisim
- Matlab/Simulink
- AutoCAD, SolidWorks, etc.
- Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales.
- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.
- Adquisición y tratamiento de imágenes.
- Control de movimiento (combinado incluso con todo lo anterior).
- Tiempo Real estrictamente hablando.
- Programación de FPGAs para control o validación.
- Sincronización entre dispositivos.

LabView como lenguaje de programación

Al estudiar la configuración de los sistemas de adquisición de datos modernos DAQ (Data Acquisition System), basados en equipos PC (Personal Computer), se aprecia que una de las partes que componen dichos sistemas, es el software quien controla y administra los recursos del computador, presenta los datos, y participa en el análisis. Para los sistemas DAQ se necesita de un software de instrumentación, que sea flexible para futuros cambios, y preferiblemente que sea de fácil manejo, siendo lo más poderoso e ilustrativo posible. Programas y lenguajes de programación que cumplan con lo dicho existen en gran número en el mercado actual, como por ejemplo el Visual Basic, el C, el C++, el Visual C++, Pascal, LabWindows CVI, LabView, y muchos otros confeccionados específicamente para las aplicaciones que los necesiten. Para elaborar los algoritmos de control y toma de datos en el presente proyecto, se consideró que el lenguaje más apto es el LabView. (Laboratorio Virtual Engineering workbench), LabView es una herramienta diseñada especialmente para monitorizar, controlar, automatizar y realizar cálculos complejos de señales analógicas y digitales capturadas a través de tarjetas de adquisición de datos, puertos serie y GPIBs (Buses de Intercambio de Propósito General).

Las razones de la elección son varias:

- Es muy simple de manejar, debido a que está basado en un nuevo sistema de programación gráfica, llamado lenguaje G.
 - Es un programa enfocado hacia la instrumentación virtual, por lo que cuenta con numerosas herramientas de presentación, en gráficas, botones, indicadores y controles, los cuales son muy esquemáticos y de gran elegancia. Estos serían complicados de realizar en bases como c++ donde el tiempo para lograr el mismo efecto sería muchas veces mayor.
 - Es un programa de gran versatilidad donde se cuentan con librerías especializadas para manejos de DAQ, Redes, Comunicaciones, Análisis Estadístico, Comunicación con Bases de Datos (Útil para una automatización de una empresa a nivel total).
- Capítulo V: LabVIEW como lenguaje de programación - 40 –.

- Con este las horas d**No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.**e desarrollo de una aplicación por ingeniero, se reducen a un nivel mínimo.
- Como se programa creando subrutinas en módulos de bloques, se pueden usar otros bloques creados anteriormente como aplicaciones por otras personas.
- Es un programa que permite pasar las aplicaciones entre diferentes plataformas como Macintosh y seguir funcionando. Tomando en cuenta todo lo anterior, se considera de gran utilidad para la implantación del sistema de adquisición de datos (DAQ) objeto del presente proyecto y es por ello por lo que se ha elegido LabVIEW.

Vis (Instrumentos Virtuales) de LabVIEW

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan Instrumentos Virtuales (Vis), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Sin embargo, son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. LabVIEW tiene la característica de descomposición modular ya que cualquier VI que se ha diseñado puede convertirse fácilmente en un módulo que puede ser usado como una sub-unidad dentro de otro VI. Esta peculiaridad podría compararse a la característica de procedimiento en los lenguajes de programación estructurada. Es un sistema abierto, en cuanto a que cualquier fabricante de tarjetas de adquisición de datos o instrumentos en general puede proporcionar el driver de su producto en forma de VI dentro del entorno de LabVIEW. También es posible programar módulos para LabVIEW en lenguajes como C y C++, estos módulos son conocidos como SubVIs y no se difieren a los VI creados con LabVIEW salvo por el interfaz del lenguaje en el que han sido programados. Además, estos Sub-VIs son muy útiles por ejemplo en el campo de cálculos numéricos complejos que no se encuentran incluidos en las librerías de LabVIEW.

LabVIEW como lenguaje de programación

Entorno de trabajo de LabVIEW Se podría decir que en cualquier VI de LabVIEW existen dos caras bien diferenciadas: el Front Panel (Panel Frontal) y el Block diagram (Diagrama de Bloque). Las paletas de LabVIEW son las que proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el panel frontal como el diagrama de bloques.

El Panel Frontal

Es la cara que el usuario del sistema está viendo cuando se está monitorizando o controlando el sistema, o sea, el interfaz del usuario. Puede ser totalmente parecido al instrumento del cual se están recogiendo los datos, de esta manera el usuario sabe de manera precisa cual es el estado actual de dicho instrumento y los valores de las señales que se están midiendo.

El diagrama de bloques

Es el conexionado de todos los controles y variables, que tendría cierto parecido al diagrama del esquema eléctrico del instrumento. Constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesamiento de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

Diagrama de bloques de la aplicación

Las Paletas Proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el panel frontal como el diagrama de bloques. La paleta de controles para el panel frontal nos

permite, pinchando y arrastrando con el ratón del ordenador, insertar los controles necesarios para nuestra aplicación

Capítulo V: LabVIEW como lenguaje de programación.

Paleta de controles para el panel frontal

La Paleta de herramientas, sirve tanto para el panel frontal como para el diagrama de bloques, nos permite diseñar/editar el panel frontal, mover VIs, la inserción de textos, la edición de colores, etc. Figura 13.- Paleta de herramientas La Paleta de funciones para la creación del diagrama de bloques nos permite elegir el tipo de función que queremos instalar en nuestro diagrama de bloques, pudiendo instalar, entradas de DAQ, operaciones matemáticas, estructuras, etc. Es a partir de esta paleta que se crea el diagrama de bloques.

Capítulo V: LabVIEW como lenguaje de programación.

Como se ha dicho es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión. Al tener ya prediseñados una gran cantidad de bloques, se le facilita al usuario la creación del proyecto, con lo cual en vez de estar una gran cantidad de tiempo en programar un dispositivo/bloque, se le permite invertir mucho menos tiempo y dedicarse un poco más en la interfaz gráfica y la interacción con el usuario final.



Ilustración 8 Logo arduino

- **Panel Frontal:** El Panel Frontal es la interfaz con el usuario, la utilizamos para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. Los usuarios podrán observar los datos del programa actualizados en tiempo real (como van fluyendo los datos, un ejemplo sería una calculadora, donde tú le pones las entradas, y te pone el resultado en la salida). En esta interfaz se definen los controles (los usamos como entradas, pueden ser botones, marcadores etc.) e indicadores (los usamos como salidas, pueden ser gráficas...).

- Diagrama de Bloques: es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa --). Suele haber una tercera parte icono/conector que son los medios utilizados para conectar un VI con otros VIs.

En el panel frontal, encontraremos todo tipos de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal con controles e indicadores, donde estos elementos serán las entradas y salidas que interactuarán con la terminal del VI. Podemos observar en el diagrama de bloques, todos los valores de los controles e indicadores, como van fluyendo entre ellos cuando se está ejecutando un programa VI.

La Figura 1 muestra un Diagrama de Bloques de un programa en el que se genera un array de 100 elementos aleatorios, a continuación se hace la FFT de este array y se muestra en una gráfica:

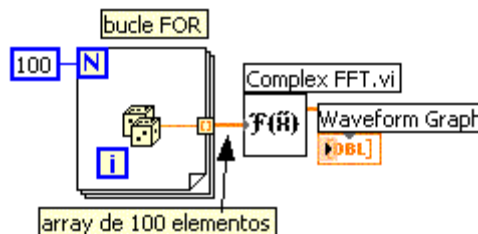


Ilustración 9 Diagrama bloques

Introducción al clima en invernadero

1.- Variables climáticas que condicionan los cultivos en invernadero

El desarrollo de los cultivos, en sus diferentes fases de crecimiento, está condicionado por variables climáticas. Generalmente las variables que se miden con más frecuencia dentro y fuera de un invernadero son la temperatura y la humedad del medio aéreo; otras variables de interés son la velocidad del viento y la concentración de CO₂.

En cuanto a las variables características de la radiación, ya sea de longitud de onda larga o de longitud de onda corta, representan las componentes fundamentales del balance de energía del invernadero, y por consiguiente inciden de forma decisiva en la formación del clima interior. (González Real, M.M., Baille A., 2005). Capítulo III: Introducción al clima de Invernaderos. Las variables que han sido elegidas para efectuar la adquisición de datos de este proyecto han sido las siguientes: - Temperatura del aire (interior y exterior) - Humedad del aire (interior y exterior) - Velocidad del viento (interior) - Radiación Neta (interior) - Radiación Global Solar (interior)

2.- Temperatura del aire

Es el parámetro más importante para tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que es el que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Para el manejo de la temperatura es importante conocer las necesidades y limitaciones de la especie cultivada. Asimismo, se deben tener en cuenta los siguientes conceptos de temperaturas, que indican, los valores objetivos para el buen funcionamiento del cultivo, así como sus limitaciones: • Temperatura mínima letal. Aquella por debajo de la cual se producen daños en la planta. • Temperaturas máximas y mínimas biológicas. Indican valores, por encima o por debajo respectivamente del cual, no es posible que la planta alcance una determinada fase vegetativa, como floración, fructificación, etc. • Temperaturas nocturnas y diurnas. Indican los valores aconsejados para un correcto desarrollo de la planta. La temperatura en el interior del invernadero va a estar en función de la radiación solar, comprendida en una banda entre 200 y 4000 nm de longitud de onda. La misión principal del invernadero será la de acumular calor durante las épocas invernales. El calentamiento del invernadero se produce cuando el infrarrojo largo, procedente de la radiación que pasa a través del material de cubierta, se transforma en calor. Esta radiación es absorbida por las plantas, los materiales de la estructura y Capítulo III: Introducción al clima de Invernaderos - 15 - el suelo. Como consecuencia de esta absorción, éstos emiten radiación de longitud más larga que tras pasar por el obstáculo que representa la cubierta, se emite radiación hacia el exterior y hacia el interior, calentando el invernadero. El calor se transmite en el interior del invernadero por irradiación, conducción, infiltración y por convección. La conducción es producida por el movimiento de calor a través de los

materiales de cubierta del invernadero. La convección tiene lugar por el movimiento del calor por las plantas, el suelo y la estructura del invernadero. La infiltración se debe al intercambio de calor del interior del invernadero y el aire frío del exterior a través de las juntas de la estructura. La radiación, por el movimiento del calor a través del espacio transparente. (Díaz, J.R.; Pérez, J. 1994)

3.- Humedad del aire

La humedad es la masa de agua por unidad de volumen o masa de aire. La humedad relativa es la cantidad de agua contenida en el aire, en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura. Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad por lo que, a elevadas temperaturas, aumenta la capacidad de contener vapor de agua y por tanto disminuye la HR. Con temperaturas bajas, el contenido en HR aumenta para la misma cantidad de agua.

Cada especie tiene una humedad ambiental idónea para desarrollarse en perfectas condiciones: el tomate, el pimiento y la berenjena por ejemplo, se desarrollan mejor en una HR sobre el 50-60%; el melón, entre el 60-70%; el calabacín, entre el 65-80% y el pepino entre el 70-90%. (Alpi, A.; Tognoni, F. 1999). La HR del aire es una variable climática que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse. Capítulo III: Introducción al clima de Invernaderos.

4.- Ventilación

Un correcto movimiento de aire y una correcta ventilación en un cultivo influyen en el buen funcionamiento de la planta. Hay que tener en cuenta que toda acción sobre el nivel de ventilación modifica a la vez la concentración de CO₂, la temperatura y la humedad del aire del invernadero (González Real, M.M.; Baille A., 2005). Efectos sobre la temperatura: La temperatura en el interior de un invernadero suele ser más elevada que la temperatura que hay en el exterior, por lo que, al intercambiar aire a baja temperatura, por aire más caliente, conseguimos bajar la temperatura del invernadero.

En caso de que se produzca "inversión térmica", es decir, que el aire del interior del invernadero esté más frío que el aire exterior, se produciría una subida de temperatura provocada por la ventilación. Este fenómeno último puede ocurrir en invierno, por lo que el uso de la ventilación será positivo, o en verano cuando tenemos vientos muy cálidos que traen aire muy caliente, que se va acumulando en el interior del invernadero. También se disminuye la temperatura del invernadero en ausencia de viento, es decir, sin renovar el aire de éste. El aire caliente al pesar menos que el aire frío, se concentra en la parte alta del invernadero, y sale por las ventilaciones cenitales, debido al "efecto chimenea". De todas formas, con este último efecto, provocamos menor bajada de temperatura, que con el de renovación del aire.

Efectos sobre la humedad: En el interior del invernadero, la humedad absoluta es siempre superior a la de la exterior. Esto es debido a que en el interior del invernadero existe una gran densidad de plantas, que debido a la transpiración, elevan la humedad absoluta del interior. Es por esto, que, al ventilar, cambiamos aire con más vapor de agua por aire con menos vapor de agua. Es decir, con la ventilación provocamos una disminución de la humedad dentro de un invernadero, con el menor riesgo de enfermedades para el cultivo.

Efectos sobre la concentración de CO₂: La concentración de CO₂ en el exterior se mantiene más o menos constante alrededor de 300-350 ppm (Lorenzo, P.; Sánchez-Guerrero, M.C.; Medrano, E.; Pérez, J.; Maroto, C., 1997). En el interior del invernadero la concentración de CO₂ va variando a lo largo del día. Durante el día la planta realiza los procesos de fotosíntesis (en la que consume CO₂) y respiración (en la que produce CO₂).

Introducción a los sistemas de adquisición de datos:

El sistema de adquisición de datos (SAD) es el conjunto de elementos que utilizamos para obtener información de las variables climáticas de interés agronómico. Está compuesto de una serie de elementos básicos:

- Los sensores: tiene la capacidad de censar una variable física ya sea interno o externa (sensor de luz, presión, fluido) que convierten un fenómeno físico en una magnitud eléctrica.
- Los transmisores, con acondicionadores de señal, para aislar, filtrar, convertir y/o amplificar la señal. (Bloque acondicionador de señal SC-2345)
- El convertidor analógico-digital de 16 bit (Es un circuito integrado ubicado en la Tarjeta de adquisición de datos PCI 6221)
- Un sistema de tratamiento que realiza operaciones con los datos (información digital) con objeto de transformarlos en información útil. (PC, LabVIEW) Capítulo IV: Hardware: Sensores y DAQ empleados en la maqueta - 21 –
- Un sistema de representación cuyo objeto es comunicar los resultados al usuario (LabVIEW-Sinóptico)

PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Investigación sobre las herramientas más viables para el desarrollo de un software y manejo de componentes electrónicos.

Se realizó una investigación amplia y detallada de los diferentes sensores, hardware y plataformas de programación para saber cuáles eran las mejores opciones de cada una en cuestión de compatibilidad en relación con sus interfaces, también en aspectos como de seguridad, calidad, precisión, y viabilidad.

A continuación, se detalla las medidas del invernadero:

Fase de análisis

Análisis de los requerimientos y en busca de resultados óptimos se dio a la tarea de realizar una investigación completa de los requerimientos para este proyecto, concretamente satisfaciendo las necesidades de un buen manejo de las variables así como las mejores opciones para su monitorio y su visualización, realizando un sondeo de las mejores hardware con respecto a su calidad, veracidad, precisión, costos así como la del diseño de un invernadero en cuanto características como: volumen, estructura, cimientos, cubierta, superficie, diseño de interiores, instalación eléctrica entre otros factores primordiales para lograr un sistema de muy buena calidad para que sea capaz de mejorar la calidad para el proceso de los productos así como la reducción de tiempo, errores, pérdidas tanto económicas en el sentido de cosecha como en lo económico que contrae un invernadero no automatizado.

Fase de desarrollo

Inspección del correcto funcionamiento de las herramientas que se van a utilizar.

Se realizaron diferentes pruebas para verificar que el material utilizado para la elaboración del invernadero estuviese en buen estado y fuese de una calidad muy buena de acuerdo con las exigencias óptimas encontradas durante la fase de análisis de hardware.

Se realizaron pruebas de calibración para corroborar el correcto funcionamiento del sensor dht11 teniendo así una un respaldo efectivo.

En la placa de Arduino se verificó su funcionamiento con diversas prácticas.

La plataforma LabVIEW se instaló de forma correcta de acuerdo con las necesidades del proyecto y se descargaron y editaron los complementos y correspondientes para poder ejecutar el programa realizado.

Desarrollo del software

Descripción de la interfaz desarrollada en Arduino.

En este programa vamos a utilizar el sensor dht11 para obtener las lecturas de humedad y temperatura utilizando LabVIEW desde la placa Arduino, para cual se necesita descargar las librerías del sensor dh11 para poder leer los datos.

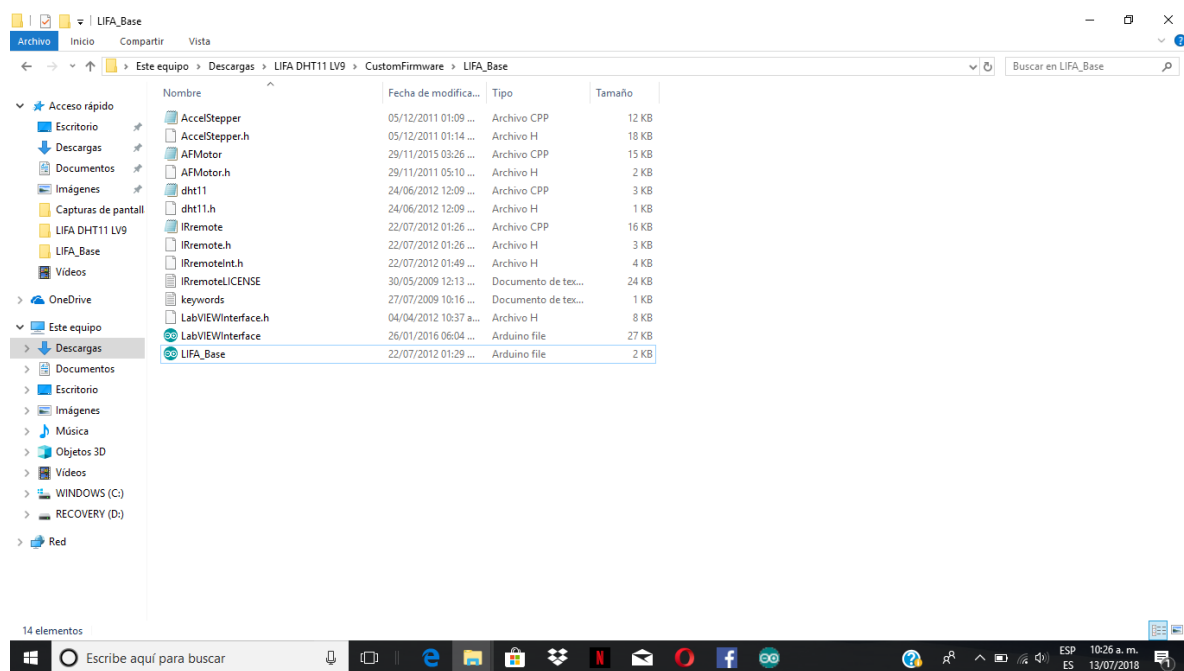


Ilustración 10 Librerías.

Una vez descargadas las librerías se procede a abrir la placa Arduino aquí procedemos a abrir el LIFA BASE editado como se presenta a continuación.

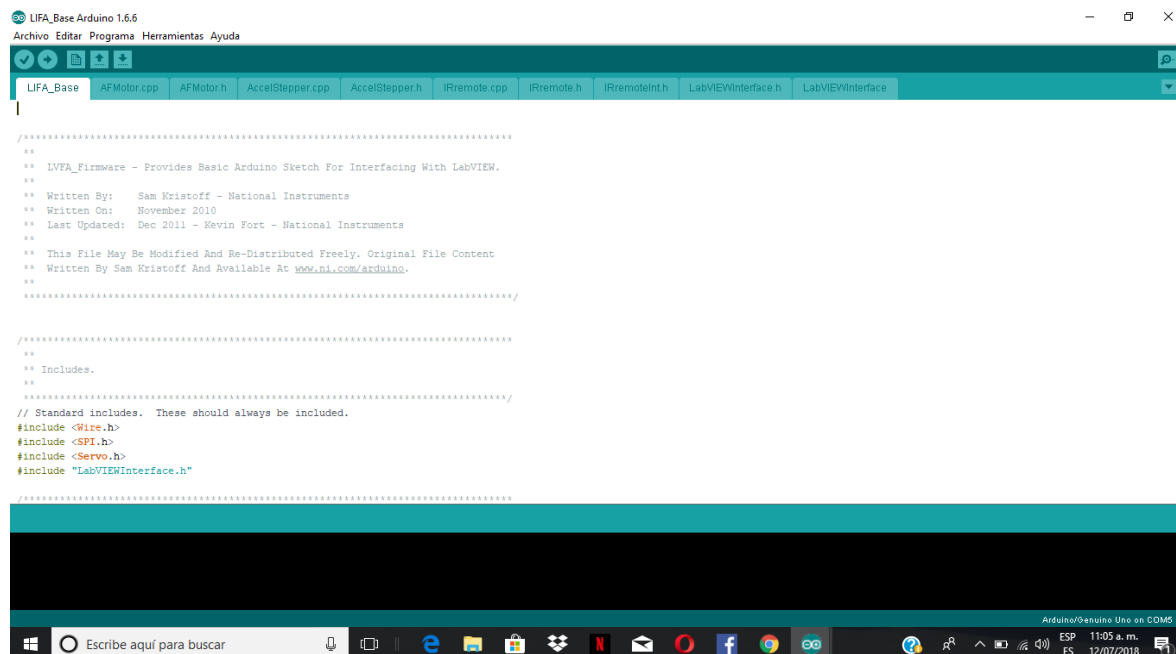


Ilustración 11 Lifa base

En esta parte cabe resaltar que se editó añadiéndole las librerías y las variables del sensor dh11 para poder obtener las lecturas.

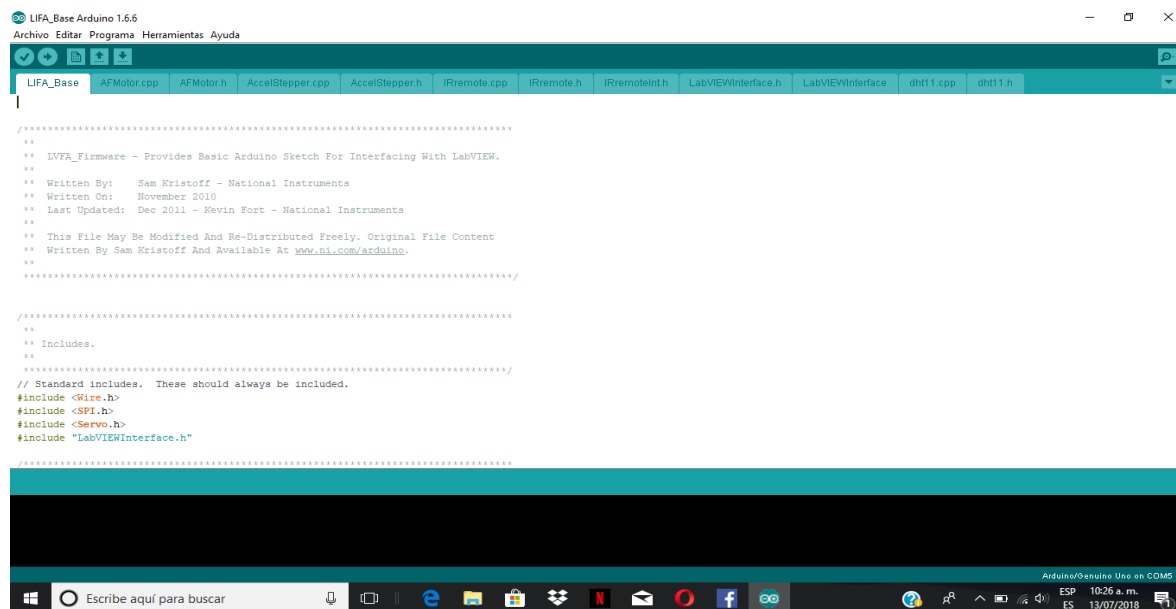


Ilustración 12 añadir Librería.

```

LIFA_Base - LabVIEWInterface.ino | Arduino 1.6.6
Archivo Editor Programa Herramientas Ayuda

LIFA_Base AFMotor.cpp AFMotor.h AccelStepper.cpp AccelStepper.h IRremote.cpp IRremote.h IRremoteInt.h LabVIEWInterface.h LabVIEWInterface dht11.cpp dht11.h

case 0x03: //RC6
  IrSend.sendRC6(IRdata, command[3]);
  break;
}
Serial.write((IRdata>>16) & 0xFF);
break;

// *****
// DHT11
// *****
case 0xFE:
  switch(DHT11.read(command[2]))
  {
    case DHTLIB_OK:
      // All good. Send info.
      Serial.write(DHT11.humidity & 0xFF);
      Serial.write(DHT11.temperature & 0xFF);
      break;
    default: // DHTLIB_ERROR_CHECKSUM, DHTLIB_ERROR_TIMEOUT and everything else.
      // Send Error
      Serial.write(0xFF);
      Serial.write(0xFF);
      break;
  }
  break;
}

562 - 579
Arduino/Genuino Use an COM5
```

Programa realizado en LabVIEW

The screenshot shows a Windows File Explorer window titled 'Untitled2 Block Diagram'. The address bar indicates the current location is 'Descargas > LIFA DHT11 LV9'. The left sidebar shows the 'Descargas' folder selected. The main pane displays a list of files and folders. The file 'Read Data' is highlighted. The file details at the bottom show 'Nombre de archivo: Read Data' and 'All LabVIEW Files (*.v6*.ctb*.vit)'. The taskbar at the bottom includes the Start button, a search bar, and several application icons, with the system clock showing 07:55 p.m. on 12/07/2018.

35

Ahora nos vamos a los controles de iniciar y cerrar dando clic derecho seleccionando Arduino, dando clic en sus respectivos logos y los cableamos.

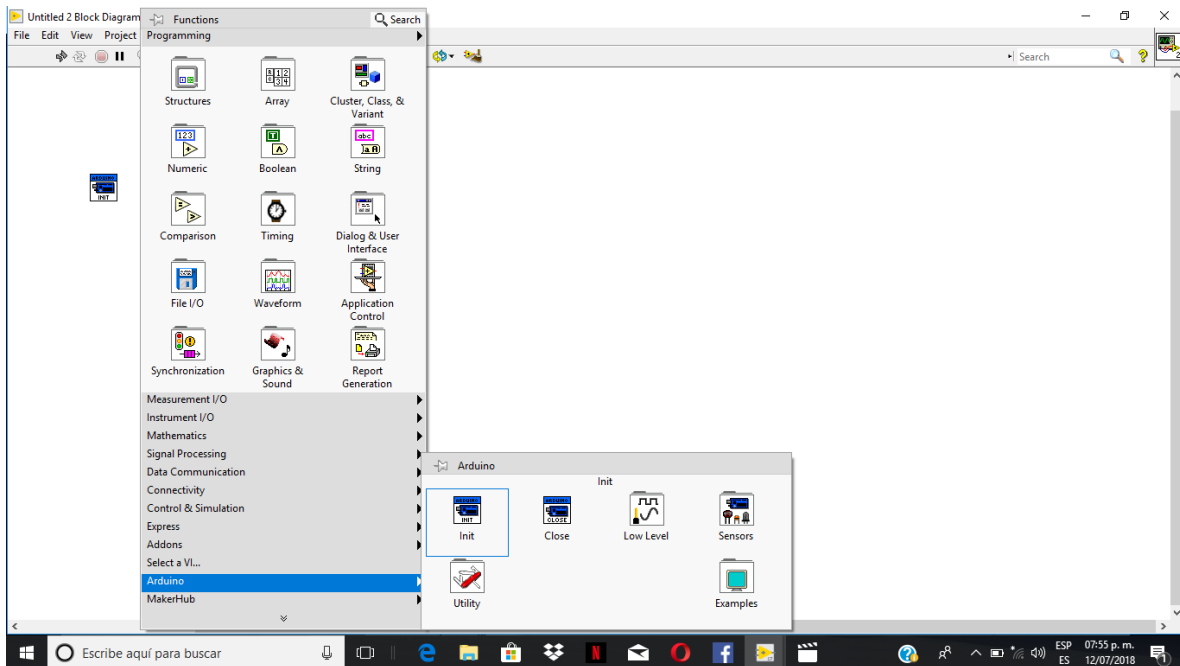


Ilustración 15 Labview- Arduino

En el VI seleccionamos nuestro pin que es el de leer el dato, damos clic derecho, seleccionamos control y enseguida en constante le pondremos el número 2.

Esa es la configuración del dh11 y su respectivo cableado:

- El primer pin es el de voltaje
- El segundo es el de datos
- El tercero no se ocupa
- El cuarto es el pin de tierra.

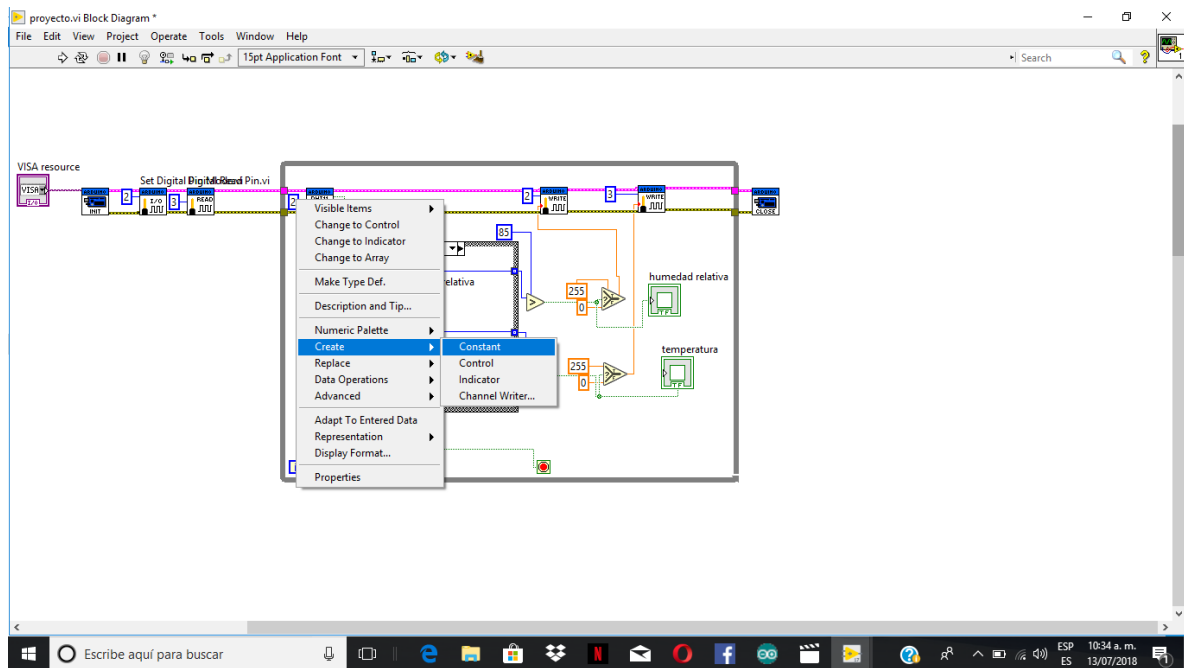


Ilustración 16 Configuración dht11

Siguiendo con el diagrama de bloques sacamos un case estructura, conectamos la salida esto para que nos indique que hemos tenido una lectura exitosa del dht11 es cuando vamos a obtener las medidas de la temperatura y humedad.

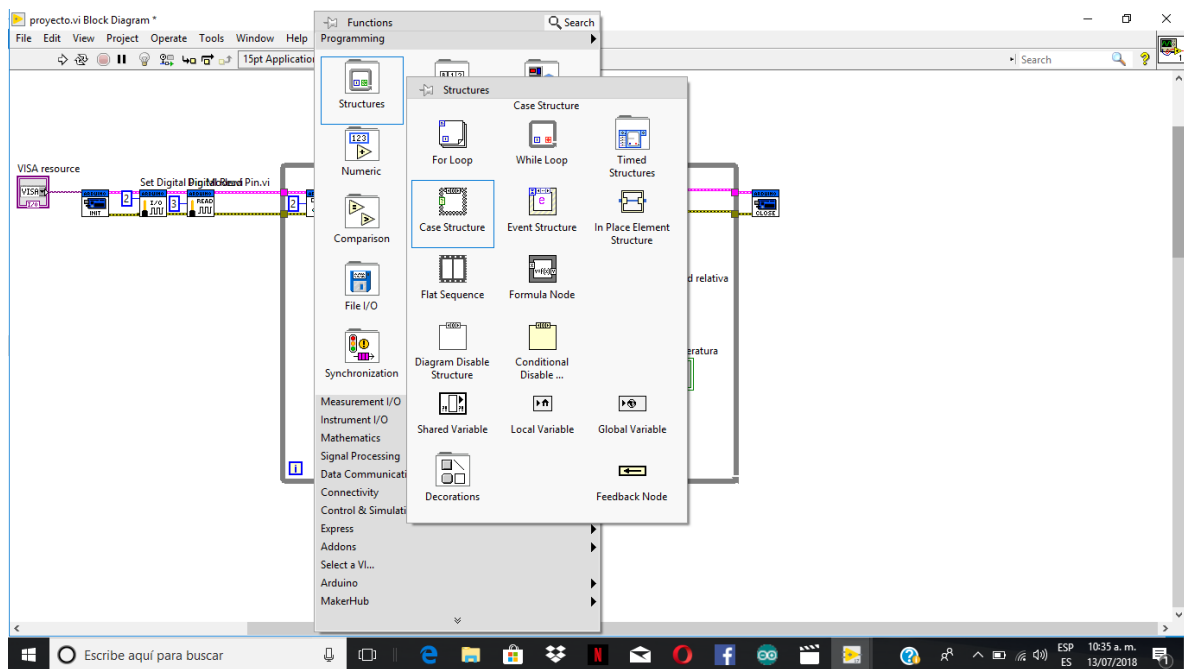


Ilustración 17 Configuración dht11

En la parte del diagrama frontal se insertarán dos termómetros uno es para medir la temperatura y otro para la humedad, en el diagrama bloque vemos que tenemos los termómetros y se procedió a conectar las entradas al sensor dh11.

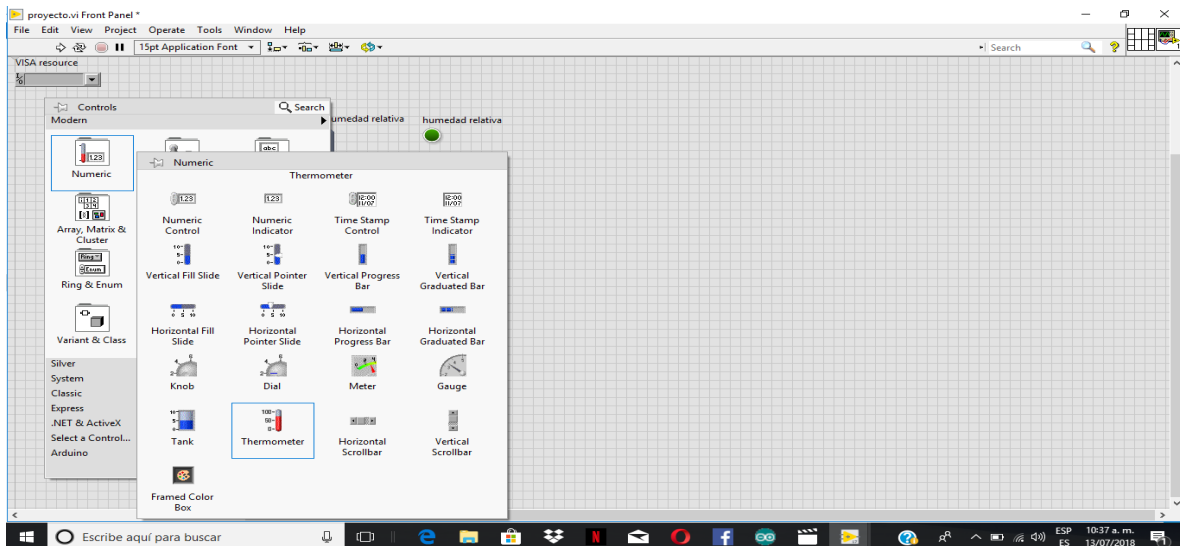


Ilustración 18 Insertar termómetro

Creamos un control en la entrada del Arduino seleccionamos el puerto para el Arduino y después se realizó un control de humedad y temperatura partiendo de lo anterior donde obtuvimos a las lecturas del dh11.

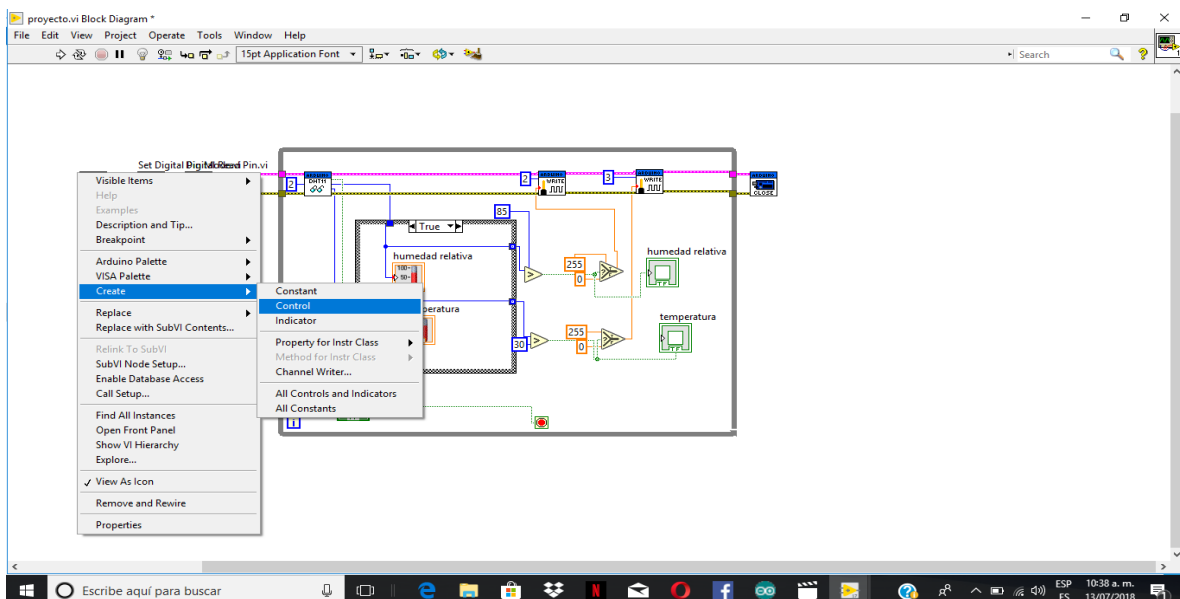


Ilustración 19 Control

Se abrió la estructura while loop y por último se corre, se obtienen las lecturas dh11.

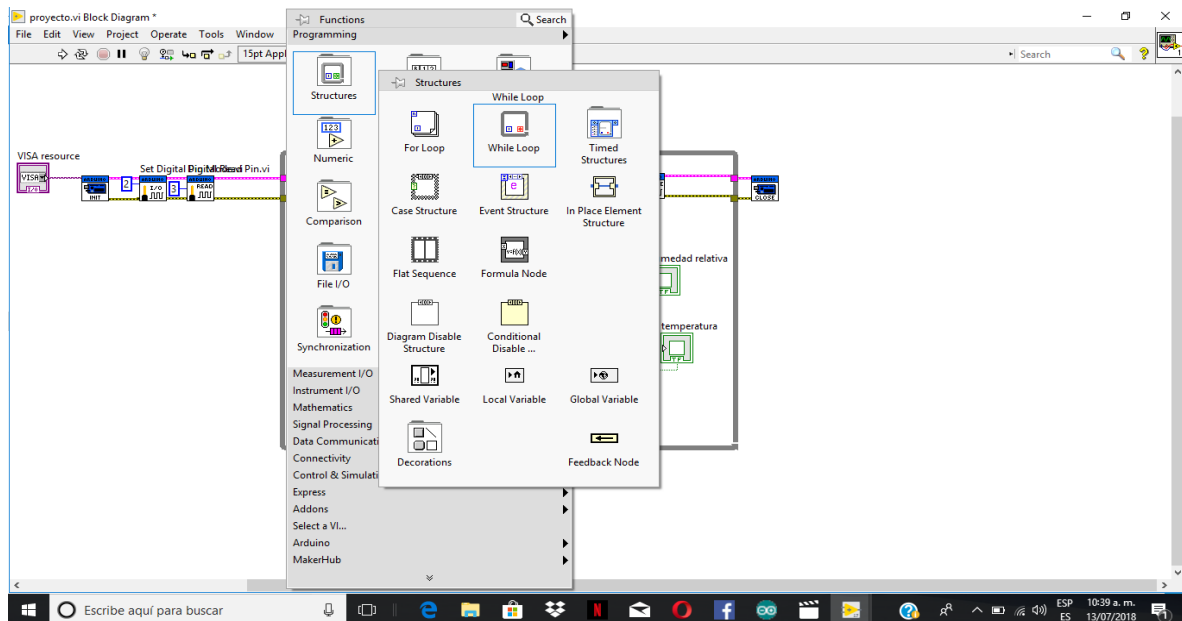


Ilustración 20 Estructura while loop

Lo primero que hacemos es declarar los Arduino dos y tres como salidas eso con la opción de digital pin mode las cuales nos permiten establecer cómo utilizar los pines del Arduino ya sea como entradas o como salidas, eso es muy importante para enviar los pulsos a las O bajos de la placa Arduino.

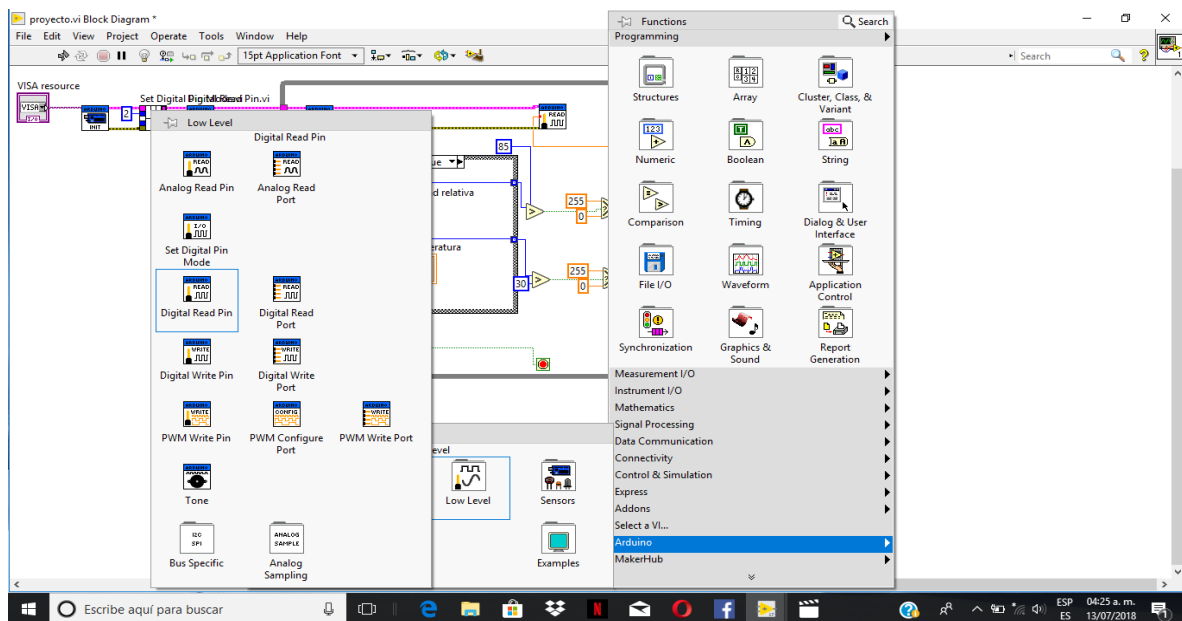


Ilustración 21 Declarar arduino

Después se utilizan comparaciones uno para la temperatura y otro para la humedad.

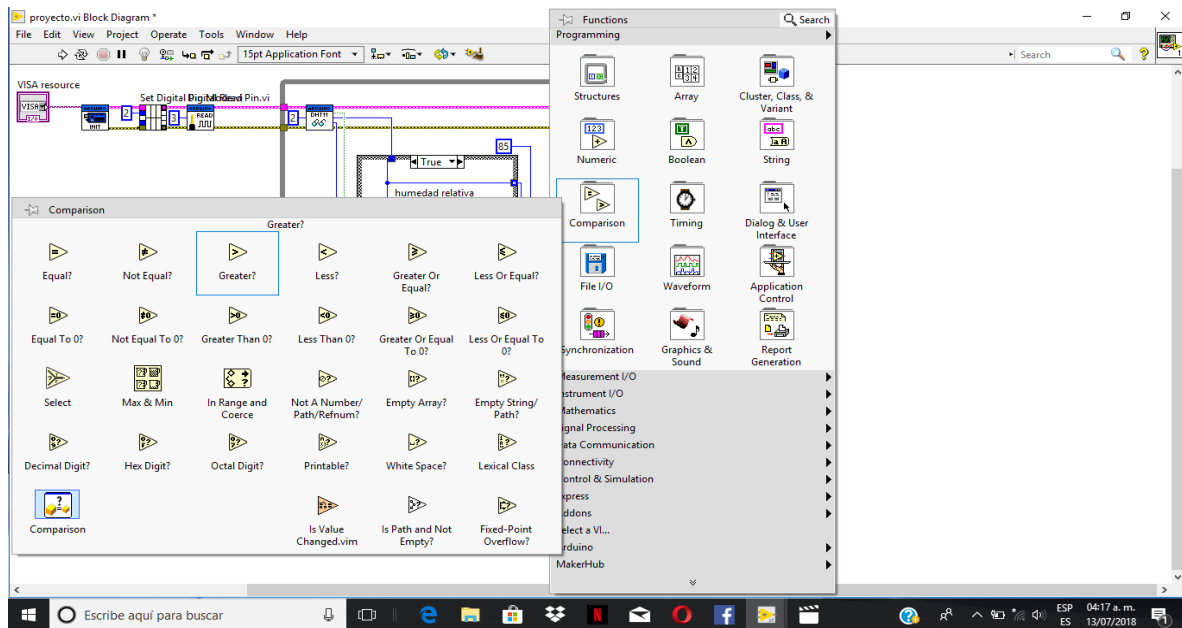


Ilustración 22 Comparaciones

Hacemos lo mismo para la humedad, declaramos nuestra constante decimos que cuando tengamos un porcentaje de 85 % active un regulador de humedad.

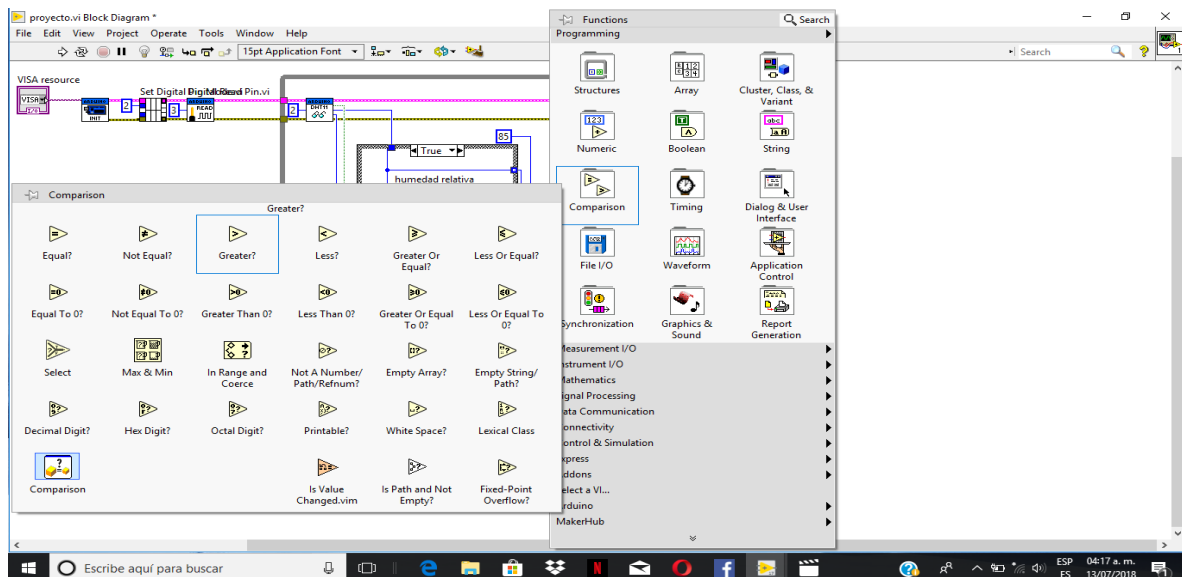


Ilustración 23 Constante humedad.

Nuevamente utilizamos una comparación, pero ahora una llamada selec esa opción nos envía un dato cuando es verdadero y otro cuando es falso. Pondremos que cuando sea

falso nos mande pulsos cero y si es cierto nos mande pulsos de 255 para encender nuestro regulador, lo mismo hacemos con la temperatura. Ahora nos dirigimos a Arduino seleccionamos la opción de Arduino damos clic en digital write pin uno para humedad otro para temperatura.

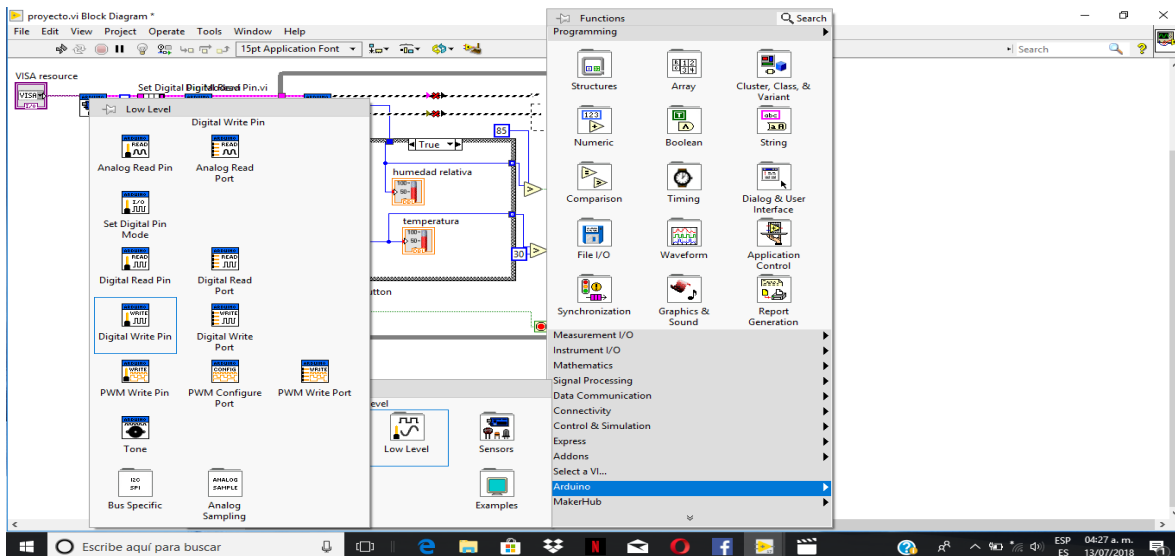


Ilustración 24 Comparación selec

Declaramos constantes para los pines digitales, el numero dos para humedad el 3 para temperatura, posteriormente cableamos.

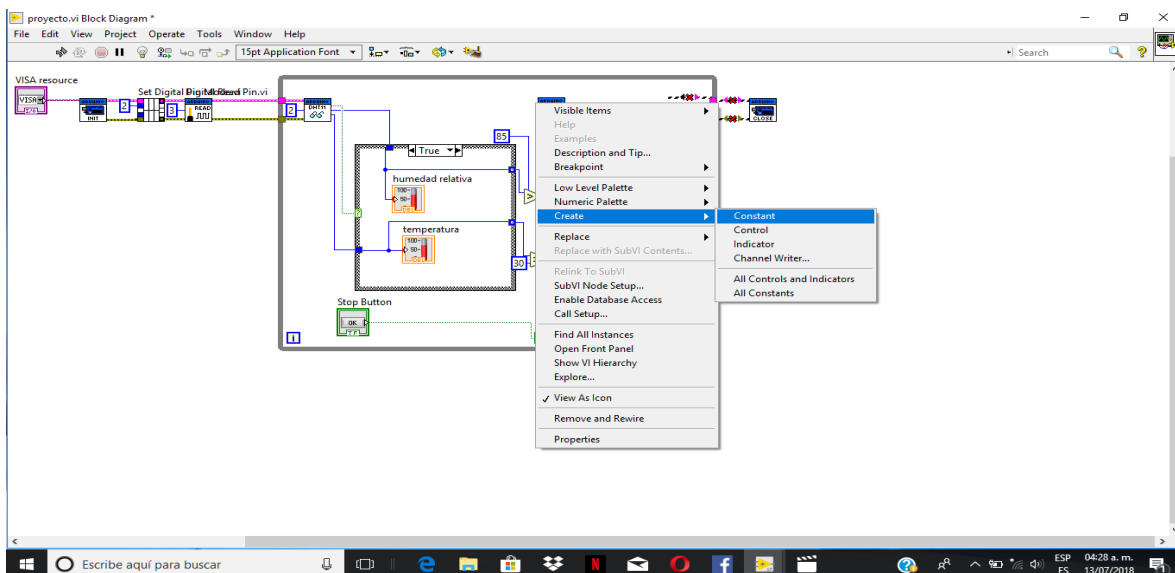


Ilustración 25 Constantes para pines

Colocamos un par de leds para indicar cuando se ha sobrepasado la humedad y la temperatura. Vamos a panel frontal damos la opción en silver seleccionamos boolean silver boolean leds los conectamos a las contantes de las comparaciones.

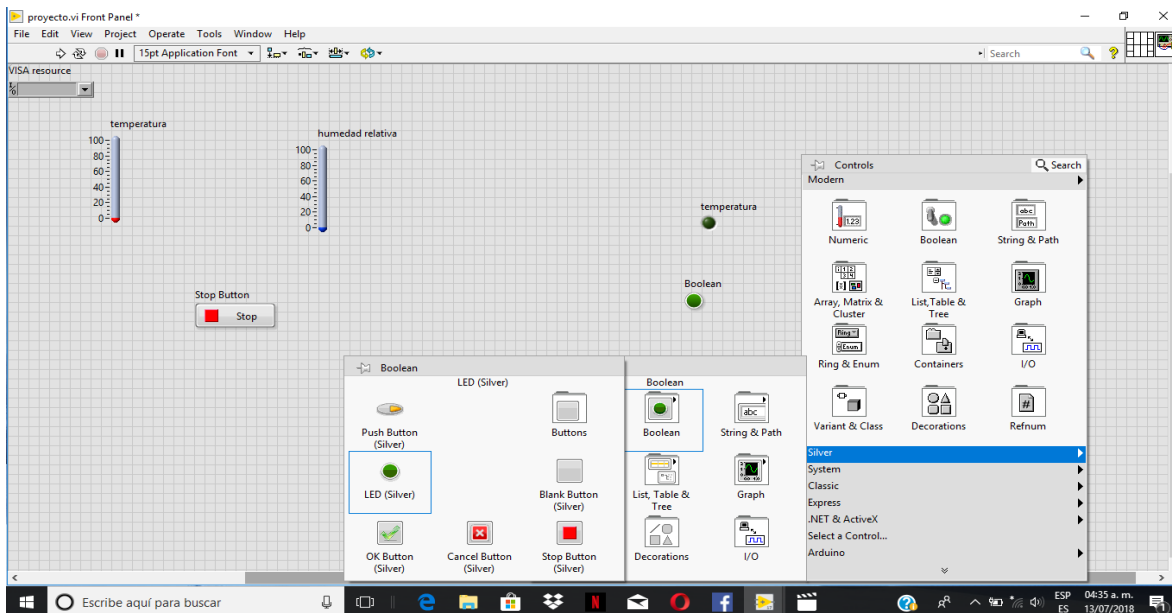


Ilustración 26 Colocar leds

Fase de resultados

Se realizó pruebas con diferentes situaciones para verificar el correcto funcionamiento del sistema creado, obteniendo así ciertos cambios acertados de la medición de las variables acorde a las situaciones.

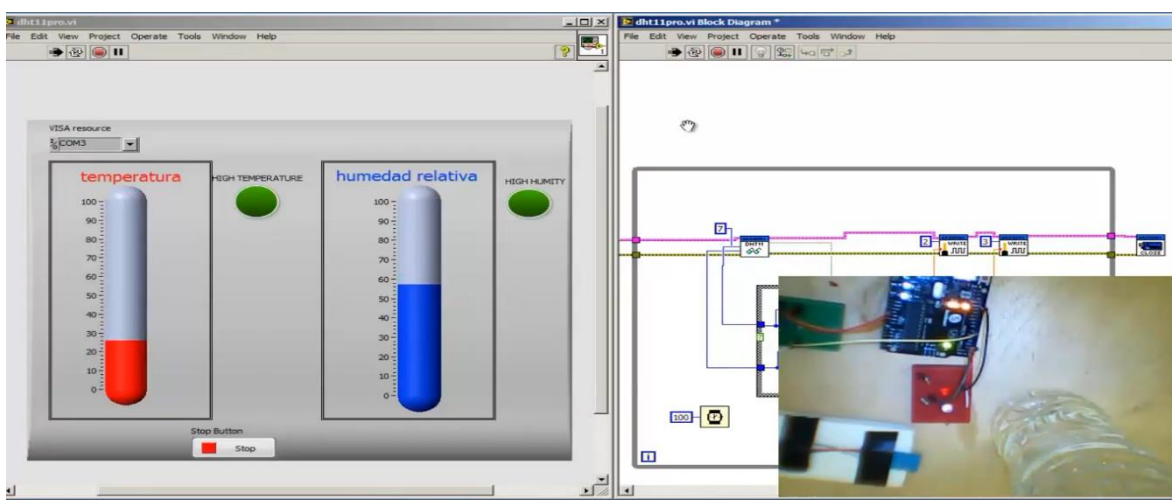


Ilustración 27 Resultados.

En la ilustración se puede observar la simulación del accionado de un sistema de bombeo cuando se mandan los pulsos altos en este caso se enciende el led y este mismo se apaga cuando el sistema está dentro de la humedad relativa deseada pues el sensor nos manda pulsos bajos.



43

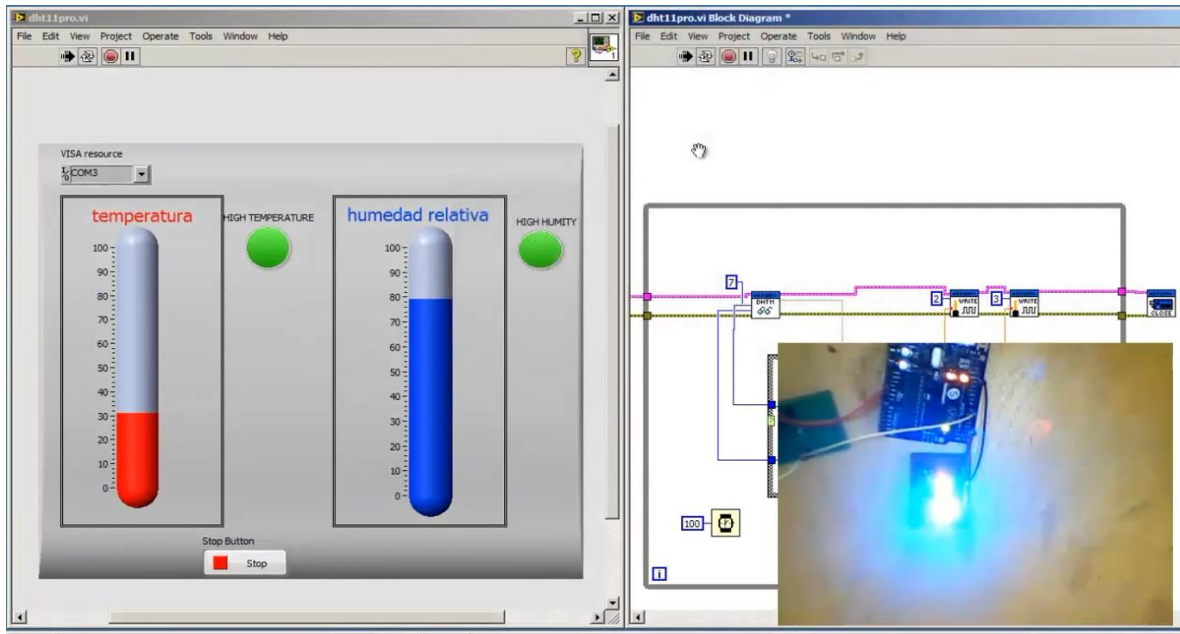


Ilustración 29 Simulación de resultados.

Conclusiones

Se desarrolló un sistema de bajo costo y fácil implementación que permite el monitoreo, registro y control de variables físicas (Temperatura, humedad relativa) de invernadero. Del proyecto realizado se puede concluir que es una herramienta funcional y versátil para saber de forma rápida y precisa el comportamiento de las variables físicas de un invernadero. El buen funcionamiento de la estrategia de control implementada permite mantener en niveles óptimos los valores de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero. El buen funcionamiento de la estrategia de comunicación entre el sistema creado y el servidor permite ver el correcto registro de los valores censados en la base de datos creada en LabVIEW. Debido al modo en que se desarrolló el proyecto se puede agregar de manera fácil diferentes sensores y actuadores.

Recomendaciones:

Reemplazar la fuente de suministro de energía por sistemas alternativos, tales como paneles solares o un conjunto de baterías. Agregar más variables de medición (PH, nivel, flujo, entre otros). Agregar un sistema de captura de imagen para visualizar el estado de las plantas.

Por medio del análisis de la información recopilada permitir que en trabajos futuros se puedan realizar detección de enfermedades, fumigación automática, entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

GLORIA ALEXANDRA HERNÁNDEZ GONZÁLEZ y Cesar Leonardo Romero Sánchez. “Análisis de la situación de los invernaderos de la Asociación de Tomateros en Garagoa (Boyacá)”. Universidad de la Sabana. Bogotá D.C. Colombia. 2002.

González Real, M.M.; Baille A., 2005.

González Real, M.M., Baille A., 2005. Capítulo III: Introducción al clima de Invernaderos.

Díaz, J.R.; Pérez, J. 1994

HERNÁN OCTAVIO DÍAZ SARMIEN

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Invernadero%20R%C3%BAstico.pdf>.

www.electronicoscaldas.com › Sensores › Humedad / Lluvia / Inundación