“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: Diseño, desarrollo e implementación de un sistema de adquisición de datos con tecnología inalámbrica, de alta exactitud aplicado a medios isotermos secos para el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

AUTOR: Christian Alfonso Sangucho Díaz

TUTOR: Ing. Mauricio Alminate.

AÑO 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación certifico:

Que el proyecto integrador de carrera "DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS CON TECNOLOGÍA INALÁMBRICA, DE ALTA EXACTITUD APLICADO A MEDIOS ISOTERMOS SECOS PARA EL INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN INEN.", presentado por el Sr. Christian Alfonso Sangucho Díaz, estudiante de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Diciembre del 2014

TUTOR

……

ING. MAURICIO FERNADO ALMINATE VASQUEZ.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Proyecto Integrador de Carrera, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M. Diciembre del 2014

……

Christian Alfonso Sangucho Díaz

CC: 1714188966

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de grado, aprueban el Proyecto Integrador de Carrera para la graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para Títulos de Pregrado.

Quito D.M. Diciembre del 2014

Para constancia firma:

TRIBUNAL DE GRADO

……

PRESIDENTE

…… ……

MIEMBRO 1 MIEMBRO 2

DEDICATORIA

El proyecto está dedicado a Dios quien ha sido el sostén, la fortaleza, la compañía el amor que he tenido durante toda mi vida; a mis padres que han sido mi inspiración de esfuerzo y dedicación; a mi familia que a pesar de los inconvenientes en la vida siempre han existido momentos que han permitido ser impulsos para mi vida sobre todo a mi hijo que es mi fuerza por seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por la oportunidad de vivir, conocer su amor y gracia quien ha permitido mantenerme firme para concluir este proyecto, a mi familia por estar en los momentos que más los necesite y a mis profesores que han sabido guiarnos y educarnos de la mejor manera.

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR I

AUTORÍA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN II

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO III

DEDICATORIA IV

AGRADECIMIENTO V

ÍNDICE VI

ÍNDICE DE FIGURAS XI

ÍNDICE DE TABLAS XV

ÍNDICE DE FÓRMULAS XVI

CAPÍTULO 1 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1 Introducción 1

1.2 Antecedentes 1

1.3 Problema Investigado 3

1.3.1 Problema Principal 4

1.3.2 Problemas Secundarios 4

1.4 Formulación de Problema 5

1.5 Justificación 5

1.6 Objetivos 5
1.6.1 Objetivo Principal 5
1.6.2 Objetivos Específicos 6
1.7 Metodología Científica 6
CAPÍTULO 2 7
FUNDAMENTO TEÓRICO 7
2.1 Marco Teórico 7
2.1.1 Norma 17025 7
2.1.2 La expresión del resultado 7
2.1.3 La incertidumbre de medida 7
2.1.4 Los mensurandos 8
2.1.5 Proceso de caracterización 8
2.1.6 Laboratorio de Temperatura 9
2.1.7 Definición de Transductor 10
2.1.8 Definición de Sensor 10
2.1.9 Clasificación de Sensores 10
2.1.10 Sensor de Temperatura 11
2.1.11 Sensores de Humedad 11
2.1.12 Dispositivos de almacenamiento de un computador 12
2.1.13 Memorias ROM 12

2.1.14 Memoria RAM 12
2.1.15 Memoria Caché 12
2.1.16 Cinta Magnética 13
2.1.17 Discos Magnéticos Intercambiables 13
2.1.18 Discos Magnéticos Fijos 13
2.1.19 Pen drive o memory flash 14
2.1.20 Unidad ZIP 14
2.1.21 Transmisión de Datos 15
2.2 Marco Conceptual 22
2.2.1 Hardware 22
2.2.2 Software 28
CAPÍTULO 3 33
DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INALÁMBRICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS, DE ALTA EXACTITUD APLICADO A MEDIOS ISOTERMOS SECOS 33
3.1 Diseño de una interfaz para la adquisición de datos en forma inalámbrica. . 33
3.1.1 Etapa de sensado de temperatura y humedad. 35
3.1.2 Etapa de Trasmisión y Recepción de Datos 36
3.1.3 Etapa de visualización y monitoreo de datos 37
3.1.4 Etapa de tiempo de caracterización 38
3.2 Diseño de un software para el sistema de adquisición de datos 39

3.2.1 Diseño del software para los dispositivos electrónicos 39

3.2.2 Diseño de un software en LabView 40

3.3 Implementación del sistema de adquisición de datos 42

3.3.1 Implementación de Hardware 42

3.3.2 Desarrollo del Software 49

3.4 Validación del sistema inalámbrico de adquisición de datos 54

3.4.1 Prueba 1. 55

3.4.2 Prueba 2. 56

3.4.3 Prueba 3 58

CAPÍTULO 4 60

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS DEL PROYECTO 60

4.1 Análisis de Resultados. 60

4.1.1 Análisis de resultados de la Prueba 1. 60

4.1.2 Análisis de resultados de la Prueba 2. 61

4.1.3 Análisis de resultados de la Prueba 3. 62

4.2 Costos y Gastos del Sistema de adquisición de datos inalámbrico de temperatura 62

4.2.1 Componentes utilizados en el sistema de adquisición de datos inalámbrico de temperatura 62

4.2.2 Componentes Electrónicos Utilizados en el Sistema de adquisición de datos inalámbrico de temperatura 63

4.2.3 Listado de activos fijos utilizados en el sistema de adquisición de datos de temperatura 64

4.2.4 Otros Costos de Inversión 64

CAPÍTULO 5 65

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 65

5.1 Conclusiones 65

5.2 Recomendaciones 65

TRABAJOS CITADOS 67

BIBLIOGRAFÍA 70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Proceso de Caracterización 9

Figura 2.2 Laboratorio de temperatura 10

Figura 2.3 Diagrama de un transductor 10

Figura 2.4 Dispositivos de almacenamiento 12

Figura 2.5 Dispositivos de almacenamiento 13

Figura 2.6 Partes de Memoria USB 14

Figura 2.7 Unidad Zip 14

Figura 2.8 Modelo para la transmisión de datos 15

Figura 2.9 Transmisión paralelo 16

Figura 2.10 Transmisión en serie 16

Figura 2.11 Transformación paralela en serie 17

Figura 2.12 Transformación serie paralela 17

Figura 2.13. Amplitude shift keying 20

Figura 2.14 Recolección de datos con un computador 22

Figura 2.15 RTD de hilo arrollado 22

Figura 2.16 Sensor de humedad AM2301 24

Figura 2.17 Distribución de pines A/D MAX31865 24

Figura 2.18 Diagrama de Bloques del ATMEGA 26

Figura 2.19 Diagrama de pines del ATEMEGA 16 27

Figura 2.20 Tx/Rx LC100-R..... 28

Figura 2.21 Flujo de datos y tipo de programación gráfica en LabView 29

Figura 2.22 Análisis de señales en LabView..... 29

Figura 2.23 Nuevas características en LabView 30

Figura 2.24 Nuevas características en LabView 30

Figura 2.25 Software Bascom 32

Figura 3.1 Etapas del Sistema 34

Figura 3.2 Diagrama de bloques etapa de sensores de temperatura y humedad . 35

Figura 3.3 Diagrama de Bloques para adquisición de temperaturas..... 37

Figura 3.4 Visualización de los datos mediante la PC y software LabView..... 38

Figura 3.5 Colocación de sensores de temperatura y humedad 39

Figura 3.6 Diagrama general de hardware del sistema..... 40

Figura 3.7 Flujograma del software en LabView del sistema 41

Figura 3.8 Diagrama circuital del MAX31865 42

Figura 3.9 Conexión de pines del MAX31865 a Arduino Uno 43

Figura 3.10 Asignación de pines del AM2301 43

Figura 3.11 Conexión de pines del AM2301 a Arduino Uno 43

Figura 3.12 Conexión de pines del interruptor DIP al Arduino Uno 44

Figura 3.13 Conexión de pines del circuito remoto 45

Figura 3.14 Circuito Impreso del equipo remoto 45

Figura 3.15 Etapa de regulación de voltaje 46

Figura 3.16 Etapa de RX de la información 46

Figura 3.17 Etapa de comunicación USB y almacenamiento 47

Figura 3.18 Diagrama General del Circuito de RX del sistema 48

Figura 3.19 Trama de datos temperatura y humedad A con Hyperterminal 49

Figura 3.20 Configuración de puerto serial con NI VISA de LabView 50

Figura 3.21 Cadena de caracteres String a caracteres numéricos 51

Figura 3.22 Control y monitoreo de la información de los sensores 52

Figura 3.23 Programación para reporte de datos a hoja de cálculo Excel 53

Figura 3.24 Pantalla frontal del sistema de adquisición de datos 53

Figura 3.25 Visualización de temperatura y humedad de sensores remotos en el PC 54

Figura 3.26 Batería para el sensor remoto 55

Figura 3.27 Indicador de batería 55

Figura 3.28 Sistema inalámbrico de adquisición de datos en la cámara generadora de humedad 57

Figura 3.29 Comparación de información de equipo remoto y cámara de humedad 58

Figura 3.30 Control de baja temperatura y humedad 59

Figura 3.31 Control de valores de alta temperatura y humedad..... 59

Figura 4.1 Gráfica de comportamiento del consumo de batería. 60

Figura 4.2 Gráficas comparativas del sistema de adquisición de datos y la cámara Thunder 2500. 61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Nomenclatura de temperatura y humedad. 36

Tabla 3.2 Descripción de pines AM2301 43

Tabla 3.3 Medición de voltaje y corriente del dispositivo remoto..... 56

Tabla 3.4 Comparación datos sistema remoto y cámara Thunder 2500 57

Tabla 4.1 Lista de componentes utilizados en el sistema desarrollado..... 62

Tabla 4.2 Listado de componentes electrónicos del sistema 63

Tabla 4.3 Listado de activos fijos utilizados 64

Tabla 4.4 Otros costos 64

ÍNDICE DE FÓRMULAS

(2.1) Ancho de banda Nyquist 18

(2.2) Cantidad de Ruido 19

(2.3) Capacidad de Canal 19

(2.4) Relación señal/ruido 19

(2.5) Relación señal/ruido 20

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Este capítulo describe el lugar de aplicación de este proyecto que es el laboratorio de temperatura del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

Los avances tecnológicos que han permitido encontrar mejores soluciones a las necesidades que requiere el INEN.

El problema investigado en lo que se refiere a los procesos de caracterización los mismos que deben regirse a normas internacionales y los problemas secundarios que acarrean a toda esta problemática.

Las justificaciones necesarias para la realización de este proyecto de pregrado unidos a los objetivos que tuvieron que plantearse para la consecución del proyecto y la metodología usada para la obtención de todos estos requerimientos.

1.2 Antecedentes

El Estado Ecuatoriano el 28 de Agosto de 1970 crea el INEN mediante decreto supremo No 357 publicado en el registro oficial No 54 de 1970-09-07, asigna al INEN encargarse de la metrología física.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización es el organismo oficial que vela por la calidad de vida de la sociedad a través de la aplicación de la normalización y metrología calidad y evaluación de la conformidad realizando ensayos en laboratorios.

Las instalaciones de los laboratorios del INEN se encuentran ubicadas en el sector de Conocoto en la autopista “General Rumiñahui” pasando el puente peatonal N°.

5 a 20 metros tomando el carril derecho y se encuentra distribuido de la siguiente manera.

- Metrología.
- Laboratorio de ensayos industriales.
- Bloque administrativo.

El laboratorio de metrología fue creado para levantar la calidad del producto y mejorar su competitividad a nivel nacional e internacional.

La tecnología con su desarrollo acelerado ha proporcionado a todos los laboratorios del mundo herramientas cada vez más útiles para el desempeño de efectivo de sus actividades.

Los medios guiados para la comunicación son elementos físicos y sólidos para la transmisión de datos estos son comúnmente conocidos como medio de transmisión por cable, adicionalmente han venido apareciendo conceptos de transmisión serial y paralela que complementan el concepto de comunicación de datos.

En la búsqueda de nuevas alternativas que se sujeten a los nuevos requerimientos de la sociedad ecuatoriana cambiante aparecen los medios de transmisión no guiados los cuales revolucionan el concepto de comunicaciones de datos los mismos que ya no requieren estar ligados a medios físicos para lograr que los procesos de transmisión y recepción puedan completarse sin dificultad.

En laboratorios de todo mundo el desarrollo de la tecnología inalámbrica orientado a equipos de laboratorio ha crecido significativamente en los últimos años haciendo que los procedimientos de caracterización mejoren progresivamente.

Actualmente el Instituto Ecuatoriano de Normalización carece de un sistema de adquisición de datos inalámbrico que maneje estándares de funcionamiento que permitan la caracterización de elementos isotérmicos secos. Por este motivo el INEN está condicionado únicamente a usar tecnología de comunicación con medios guiados.

1.3 Problema Investigado

Al no disponer de laboratorios para la caracterización de elementos que deben ser certificados bajo parámetros en medios isotermos se crea el departamento de Temperatura al cual se le asigna la actividad de caracterización de elementos que la industria desea certificar.

Las caracterizaciones se comparan con normas internacionales 17025, 9001,22000, las mismas a las que se sujeta la industria ecuatoriana razón por la cual los procesos se han tornado complejos al momento de obtener los resultados de caracterización.

Como una alternativa para lograr obtener los datos de ciertos productos que requieran una caracterización en lugares cerrados se ha llegado a realizar procesos extremadamente largos y de forma manual ocasionando retardos en las actividades normales de laboratorio.

En el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN los mecanismos de validación implementados en la adquisición de datos no cumplen parámetros necesarios para el cumplimiento de las normas, esto se debe a que los costos operativos para realizar este tipo de caracterización son extremadamente altos en relación al tiempo invertido en dicha actividad.

El software que dispone el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN corresponde a un programa adquirido conjuntamente con un equipo de

mediciones, el mismo que no permite un registro de datos simultaneo de diferentes sensores posicionados indistintamente y no permite obtener estadísticas del comportamiento de los materiales a ser caracterizados. Adicionalmente no existe un sistema de almacenamiento que permita mantener un historial de información que pueda ser llevado a discos duros de alta capacidad de almacenamiento.

Mediante el resultado de una investigación preliminar se puede determinar la existencia de varios tipos de tecnologías para la adquisición de datos en otros laboratorios de caracterización.

El INEN aplica varios tipos de pruebas y estadísticas de caracterización con los equipos que dispone en la actualidad.

1.3.1 Problema Principal

El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN no dispone de un sistema inalámbrico de adquisición de datos validado, para caracterización de medios isotérmicos secos en el país.

1.3.2 Problemas Secundarios

- No existe un proceso que permita un muestreo de datos de forma directa y la evaluación de resultados de caracterización de forma inmediata.
- En el INEN existen dispositivos que permiten el muestreo de información en lugares cerrados herméticamente pero no se cuenta con una interfaz y un software adecuado que se ajuste a la realidad de los procesos que se requiere en el instituto.
- En el laboratorio de medios isotermos no se dispone de un sistema de validación específico que se acople a la mayoría de condiciones a las que están expuestos los diferentes productos.

- Existen varios tipos de tecnologías a ser validadas para el desarrollo del proyecto.
- El INEN cuenta con una tecnología no apropiada para sus procesos de caracterización por lo tanto no se definen las pruebas a utilizarse por la nueva tecnología a implementar.

1.4 Formulación de Problema

¿La implementación de un sistema inalámbrico de adquisición de datos mejorará los procesos de caracterización de medios isotérmicos secos en El Instituto Nacional de Normalización INEN?

1.5 Justificación

El proyecto permite mejorar la tecnología usada en el laboratorio de temperatura del INEN puesto que se logra automatizar ciertos procedimientos como los de caracterización y calibración de equipos para en forma automática tener datos y de esta manera lograr realizar gestión en la calidad de ese laboratorio.

El desarrollo de este sistema permite al INEN mejorar la caracterización de sistemas isotérmicos, y a su vez brinda un gran impacto ya que es el único proyecto en su género funcionando en el Ecuador.

El sistema permite el ahorro en el tiempo invertido y recursos usados para la adquisición de datos de los equipos a ser examinados.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo Principal

Diseñar, desarrollar e implementar un sistema de adquisición de datos con tecnología inalámbrica, de alta exactitud aplicado a medios isotermos secos para el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar una interfaz que permita descargar la información para el monitoreo de señal y poder llevar un registro estadístico del estado del material analizado.

2. Diseñar un software que permita el monitoreo de señal y poder llevar un registro estadístico del estado del material analizado.

3. Implementar el tipo de tecnología que permita cumplir los requerimientos establecidos por el Servicio Ecuatoriano de Normalización.

4. Validar el sistema inalámbrico de adquisición de datos implementado.

1.7 Metodología Científica

En la primera etapa del proyecto se utilizó los métodos de análisis y de síntesis para la recopilación y depuración de la información.

En la segunda etapa se realizó diseños y simulaciones partiendo del método hipotético-deductivo.

Y en la tercera etapa se realizó la implementación, las pruebas y la validación del proyecto utilizando los métodos comparativo y experimental.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Norma 17025

Tiene como objetivos conocer y entender los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración para implantar un sistema de gestión de la calidad que asegure su competencia y capacidad para producir resultados técnicamente válidos (AENOR Internacional, 2014).

2.1.2 La expresión del resultado

La expresión del resultado de una medición está completa sólo cuando contiene tanto el valor atribuido al mensurando como la incertidumbre de medida asociada a dicho valor.

En el presente documento, todas las magnitudes que no se conocen exactamente se tratan como variables aleatorias, incluso las magnitudes de influencia que pueden afectar al valor medido (Metrología, CEM, 2008).

2.1.3 La incertidumbre de medida

La incertidumbre de medida es un parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pueden atribuirse razonablemente al mensurando. En el presente documento, se utilizará el término abreviado incertidumbre en lugar de incertidumbre de medida siempre que no exista el riesgo de equívocos (Entidad Nacional de Acreditación de España, 2013).

2.1.4 Los mensurandos

Los mensurandos son las magnitudes particulares objeto de una medición. En calibración, es frecuente que sólo se disponga de un mensurando o magnitud de salida Y, que depende de una serie de magnitudes de entrada Xi (i =1, 2, ..., N) (Entidad Nacional de Acreditación de España, 2013).

2.1.5 Proceso de caracterización

Tiene el propósito de documentar mediante diferentes pruebas, las características metrológicas de distribución de temperatura o humedad dentro del sistema, evaluar si la temperatura dentro de la zona de trabajo tiene el nivel requerido de uniformidad y si las variaciones de temperatura o humedad con el tiempo están también dentro de los límites aceptables.

Los posibles parámetros a caracterizar dependerán del tipo de sistema y de la utilización del mismo, a continuación se relacionan algunos de los más habituales:

- Estabilidad (temperatura o humedad).
- Uniformidad (temperatura o humedad).
- Indicación (temperatura o humedad) (Calibración).
- Otros parámetros temporales (Inercia térmica, tiempo de recuperación, tiempo de transferencia o decrecimiento térmico y en autoclaves: tiempos de esterilización, mantenimiento y equilibrio).

Para sistemas termales, si la zona de trabajo es grande es recomendable el uso de 2 ó mas sensores, pero como no siempre es posible, un solo sensor puede ser utilizado. Las variaciones dentro del sistema termal pueden ser medidas con 2 sensores de características similares (tipo, tiempo de respuesta, longitud, etc.). Uno de ellos es mantenido en la misma posición durante la caracterización, como una referencia, mientras que el otro comienza tan cerca como sea posible de esta

posición y entonces es movido a otras posiciones dentro de un arreglo sistemático que cubra el espacio completo de la zona de trabajo.

En el caso de cámaras climáticas un solo sensor de humedad puede ser posicionado en el centro de la zona de trabajo. La humedad relativa puede ser calculada en cada punto de la zona de trabajo donde un sensor de temperatura este localizado utilizando las diferencias de temperatura. Se determina la secuencia de los puntos de la caracterización y se construye un climatograma de la cámara (Asociados, Metas & Metrólogos, 2005).

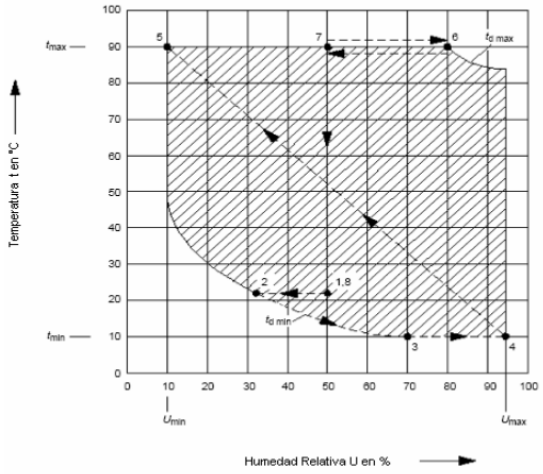

Figura 2.1 Proceso de Caracterización
Fuente: (Asociados, Metas & Metrólogos, 2005)

2.1.6 Laboratorio de Temperatura

“El Laboratorio de Temperatura se implementó a inicios del año 2007 y desde entonces brinda servicios de calibración de instrumentos que miden esta magnitud” (Físico René Chanchay, INEN, 2011).

Figura 2.2 Laboratorio de temperatura
Fuente: Visita INEN – Elaboración propia

2.1.7 Definición de Transductor

"Un transductor es el dispositivo que transforma una magnitud física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica, etc.) en otra magnitud, normalmente eléctrica" (Departamento de Ingeniería Electrónica, Juan Manuel CruzDomínguez, 2014).

Figura 2.3 Diagrama de un transductor
Fuente: (Departamento de Ingeniería Electrónica, Juan Manuel CruzDomínguez, 2014)

2.1.8 Definición de Sensor

"Es un dispositivo que recibe una señal o estímulo que puede ser física o química y responde con una magnitud eléctrica" (Jordi Mayne, MAYNEPONENCIA, 2003).

2.1.9 Clasificación de Sensores

Los sensores se pueden clasificar según:

- Principio de funcionamiento.
- Tipo de señal eléctrica que generan.
- Rango de valores que proporcionan.

- Niveles de integración.
- Tipo de variable física medida.

2.1.10 Sensor de Temperatura

“La temperatura es parámetro físico más común que se mide en una aplicación electrónica y se clasifican en” (Jordi Mayne, MAYNEPONENCIA, 2003):

- Termopares: Los termopares utilizan la tensión generada en la unión de dos metales en contacto térmico, debido a sus distintos comportamientos eléctricos.
- Resistivos: Los sensores resistivos se basan en su funcionamiento a sus carteristas de resistencia de un conductor al cambio de temperatura para este proyecto se eligió los RTDs.
- Semiconductores: Estos se basan en la variación de la conducción de una unión p-n, polarizada directamente.

2.1.11 Sensores de Humedad

Los sensores de humedad se dividen en dos grupos que son:

- “Sensores de Humedad Capacitivos: El sensor lo forma un condensador de dos láminas de oro como placas y como dieléctrico una lámina no conductora que varía su constante dieléctrica, en función de la humedad relativa de la atmósfera ambiente. El valor de la capacidad se mide como humedad relativa.
- Sensores de Humedad Resistivos: Un electrodo polímero montado en tándem, censa la humedad en el material. Además un circuito acondicionador y linealizador dan una salida estándar” (Jordi Mayne, MAYNEPONENCIA, 2003).

2.1.12 Dispositivos de almacenamiento de un computador

“Los ordenadores necesitan dispositivos de almacenamiento para guardar de forma definitiva los datos con los que trabajan, ya que la información de la memoria principal se pierde cuando se interrumpe la corriente eléctrica.” (Rebollo Pedruelo, 2014)

2.1.13 Memorias ROM

“Como su nombre lo sugiere, una ROM contiene un patrón permanente de datos que no se puede cambiar. Aunque es posible leer una ROM, no es posible escribir nuevos datos en ella.” (William Stallings, 1995).

Figura 2.4 Dispositivos de almacenamiento
Fuente: (Informática Moderna, 2008)

2.1.14 Memoria RAM

“Una característica que distingue a la RAM es que permite tanto leer datos desde la memoria como escribir con facilidad y rapidez información nueva en la memoria. Tanto la lectura como la escritura se logran mediante el uso de señales eléctricas.” (William Stallings, 1995).

2.1.15 Memoria Caché

“El objetivo de la memoria caché es proporcionar velocidad de memoria que se aproxime a la de las memorias más veloces disponibles y que al mismo tiempo proporcione un gran tamaño de memoria al costo de los tipos menos caros de memorias de semiconductor.” (William Stallings, 1995).

2.1.16 Cinta Magnética

“Los sistemas de cinta usan las mismas técnicas de lectura y de registro que los sistemas de disco; el medio de almacenamiento es una cinta flexible de mylar recubierta con óxido magnético. La cinta y la unidad de cinta equivalen al sistema casero de grabación de cinta.” (William Stallings, 1995).

2.1.17 Discos Magnéticos Intercambiables

“Los discos magnéticos intercambiables pueden almacenar datos fuera de línea y cargarse en la unidad de disco magnético conforme sea necesario.” (Long, 1999).

2.1.18 Discos Magnéticos Fijos

“Los discos magnéticos fijos, también llamados discos duros están instalados en forma permanente, es decir, fija. Todos los discos fijos son rígidos y por lo general están hechos de aluminio, con una superficie revestida de elementos fácilmente magnetizables como hierro, cobalto, cromo y níquel.” (Long, 1999).

Figura 2.5 Dispositivos de almacenamiento
Fuente: (Master Magazine, 2014)

2.1.19 Pen drive o memory flash

La memoria flash es un dispositivo pequeño portable cien por ciento electrónico, es decir, no constan partes mecánicas; consta de una carcasa que protege su circuitería de almacenamiento con un conector de USB. Este dispositivo ayuda fundamental mente a al borrado y escritura de la información, esta es una manera muy rápida para almacenar información como archivos videos incluso sistemas operativos.

Figura 2.6 Partes de Memoria USB
Fuente: (Informática Moderna, 2014)

2.1.20 Unidad ZIP

“Los discos ZIP son dispositivos magnéticos, extraíbles y de alta capacidad que pueden leerse y escribirse mediante unidades ZIP. Los discos ZIP son similares ha los disquetes, pero son mucho más rápidos y ofrecen una capacidad de almacenamiento mayor.” (Free BSD; Jason Bacon, 2014).

Figura 2.7 Unidad Zip
Fuente: (Free BSD; Jason Bacon, 2014)

2.1.21 Transmisión de Datos

“Se entiende por transmisión de datos al movimiento de información codificada, de un punto a un nodo, mediante señales eléctricas, ópticas o electromagnéticas.” (Norton, 2006).

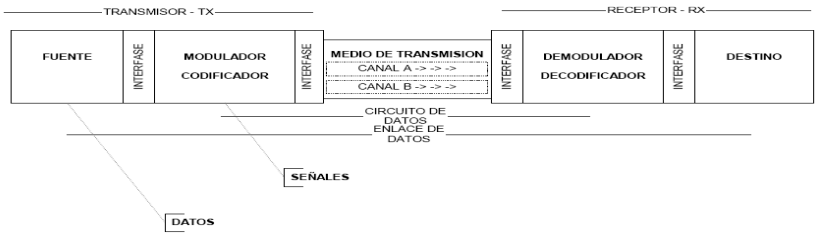

Figura 2.8 Modelo para la transmisión de datos
Fuente: (Norton, 2006)

“En la trasmisión de datos se debe tomar en cuenta cuatro factores determinantes, estos son, el ancho de banda de la señal, la velocidad a la que se transmiten los datos, la cantidad de ruido presente en el proceso de envío de datos y finalmente la porción o tasa de errores que se pueden tolerar” (Geocities, 2014)

2.1.21.1 Transmisor y Receptor

El transmisor es el encargado de modificar la información original de tal manera que pueda ser adecuada para su trasmisión el medio de trasmisión es por donde viaja la información del trasmisor al receptor, el receptor es el que cumple la tarea de convertir a su forma original la información para posteriormente trasmitirla a su destino y donde será procesada.

2.1.21.2 Tipos de transmisión

2.1.21.2.1 Transmisión Paralelo

En las transmisiones paralelas se envía información simultáneas de “n” cantidad de bits a través de distintos canales (medios físicos).

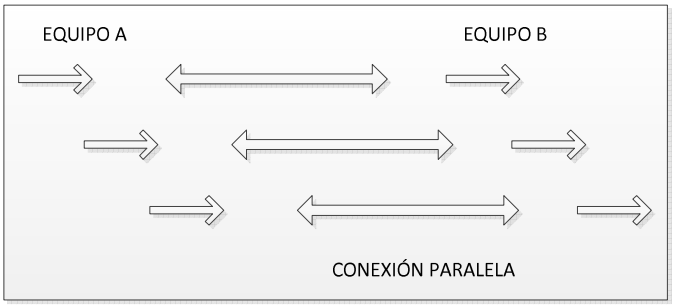

Figura 2.9 Transmisión paralelo
Fuente: Visio – Elaboración propia

2.1.21.2.2 Transmisión Serie

Para transmisiones serie, los datos se envían de a un bit a la vez de un canal de transmisión, sin embargo, la información se debe procesar en paralelo, el transmisor TX necesita cambiar la información entrante en forma paralela con datos seriales, con lo que el RX necesita lo contrario.

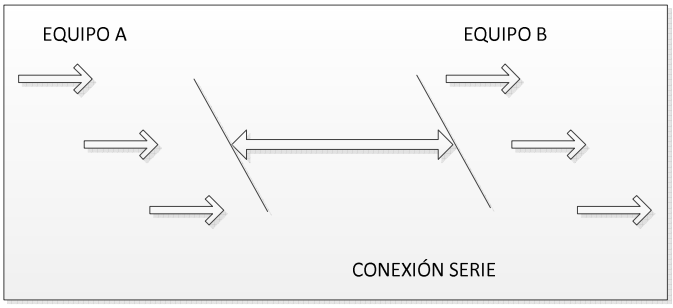

Figura 2.10 Transmisión en serie
Fuente: Visio – Elaboración propia

La etapa de transformación paralelo-serie: se la hace usando un registro de desplazamiento, este trabaja en conjunto un reloj, este desplazará dicho registro (datos presentados en paralelo) lo que luego, transmitirá el bit más significativo sucesivamente.

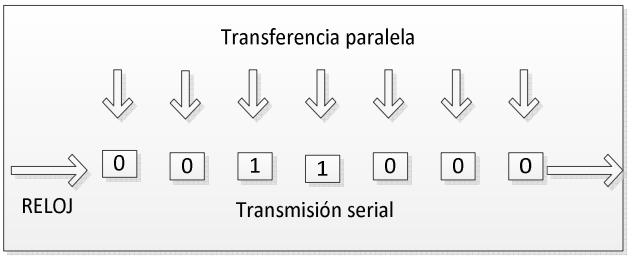

Figura 2.11 Transformación paralela en serie
Fuente: Visio - Elaboración propia

La transformación serial a paralelo se ejecuta de la misma manera usando un registro de desplazamiento como se muestra en la figura siguiente, este registro va desplazando la información hacia la izquierda, cada vez que recibe un bit para luego enviar la información en conjunto de manera paralela:

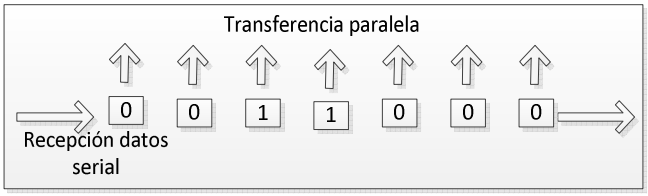

Figura 2.12 Transformación serie paralela
Fuente: Visio - Elaboración propia

2.1.21.2.3 Transmisión inalámbrica

Este tipo de transmisión usa medios no guiados mediante la radiación de energía electromagnética mediante antenas de transmisión para luego recibirla por otra antena.

Existen dos tipos de configuraciones de emisión y recepción de esta energía como son direccional y omnidireccional.

2.1.21.3 Velocidad de los Datos

“El ancho de banda de un sistema de comunicaciones es la banda de paso mínima (rango de frecuencias) requerida para propagar la información de la fuente a través del sistema. El ancho de banda de un sistema de comunicaciones debe ser lo suficiente mente grande (ancho) para pasar todas las frecuencias significativas de la información.” (Tomasi, 1996).

Nyquist determinó que la máxima velocidad alcanzable para un ancho de banda dado, es dos veces dicho ancho de banda si no existe ruido en la señal.

Si se tienen señales de más de dos niveles, es decir que cada elemento de las señales representa más de un bit, la fórmula de Nyquist resulta.

$$C = 2BW\ LOG2$$

(2.1) Ancho de banda Nyquist

Donde M es la cantidad de niveles

“La capacidad de información de un sistema de comunicaciones es una medida de cuánta información de la fuente puede transportarse por el sistema, en un periodo dado de tiempo. La cantidad de información que puede propagarse a través de un sistema de transmisión es una función de ancho de banda del sistema y el tiempo de transmisión.” (Tomasi, 1996)

2.1.21.4 Relación señal a ruido

“La relación señal a ruido (S/N) es una relación matemática sencilla del nivel de la señal con respecto al nivel de ruido en un punto dado del circuito, el amplificador o el sistema.” (Tomasi, 1996)

Como el ruido es un parámetro fundamental y que el mismo se evalúa en potencia se describe la ecuación para su cálculo en la siguiente fórmula:

$$\frac{S}{N}db = 10log\frac{Ps}{Pn} \qquad \text{(2.2) Cantidad de Ruido}$$

“Shannon demostró que (en el caso de señal más ruido blanco gaussiano) la capacidad de un canal C (bits/s) se podría calcular de tal modo que si la velocidad de transferencia de la información R (bits/s) fuera menor que C, la probabilidad de errores en los bits tendería a cero. La ecuación para C es:” (Couch, 1998).

$$C = Bw \times lg_2\left(1 + \frac{Ps}{Pn}\right) \qquad \text{(2.3) Capacidad de Canal}$$

2.1.21.5 Tasa de Errores

“La tasa de error de modulación (MER) es una herramienta cuantitativa que permite valorar cómo es de buena una señal modulada digital. Es el equivalente a la información que aporta SNR (Relación señal/ruido), para las modulaciones analógicas. Al igual que esta puede ser expresado en dB o en tanto por cien.

$$MER(db) = 10 \times log_{10}\left(\frac{P_{signal}}{P_{error}}\right) \qquad \text{(2.4) Relación señal/ruido}$$

$$MER(\%) = \sqrt{\left(\frac{P_{error}}{P_{signal}}\right)} \times 100\%$$

(2.5) Relación señal/ruido

Donde P_{error} es error cuadrático medio y P_{signal} es el valor cuadrático medio de la señal transmitida" (William Stallings, 1995).

2.1.21.6 Modulación Digital

"En el término comunicaciones digitales abarca un área extensa de técnicas de comunicaciones, incluyendo transmisiones digital y radio digital. La transmisión digital es la transmisión de pulsos digitales, entre dos o más puntos, de un sistema de comunicación." (Tomasi, 1996).

ASK: Es alterada de acuerdo con la variación de la señal de información, para lo cual hay varios medios para estabilizar dicha información, con lo que esta clase de modulación bajará su estado propenso a ruidos.

La modulación digital de amplitud; consiste en un multiplicador de los datos binarios por la portadora A:

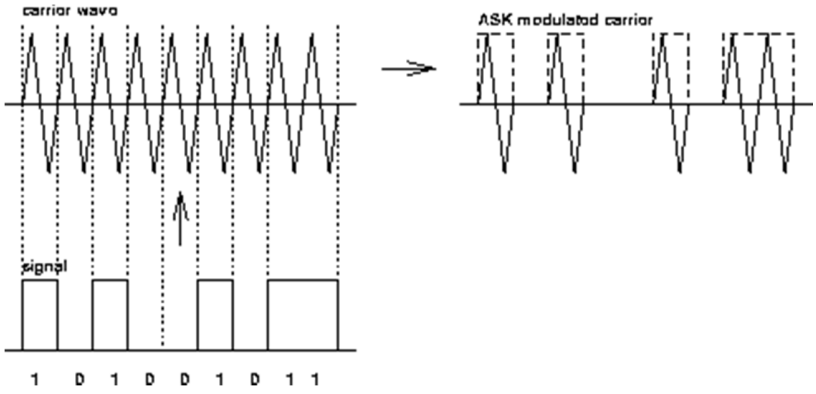

Figura 2.13. Amplitude shift keying
Fuente: (Norton, 2006)

FSK: “Con el FSK binario, la frecuencia central o de portadora se desplaza (se desvía), por los datos de la entrada binaria. En consecuencia la salida de un modulador de FSK binario es una función escalón en el dominio del tiempo.” (Tomasi, 1996).

PSK: Esta clase de modulación se distingue por la fase de la portadora que representa cada símbolo de información de la señal moduladora, mediante un valor angular cuyo modulador escoge un conjunto de posibles datos.

La modulación por desplazamiento de fase también se la conoce como “por desplazamiento” por causa de los cambios bruscos que la moduladora digital realiza en los correspondientes parámetros de la portadora.

2.1.21.7 Interfaces para recolección de datos

Los tipos de conexiones o interfaces usadas para la recolección de datos los cuales se conectan a los computadores, a cuyos dispositivos se les puede adaptar sensores, con lo que permitirá tomar las lecturas y dirigirlas al computador.

Los dispositivos interactúan con circuitos denominados convertidores análogos-digitales los cuales transforman el número de señales análogas en variables continuas emitidas por los sensores.

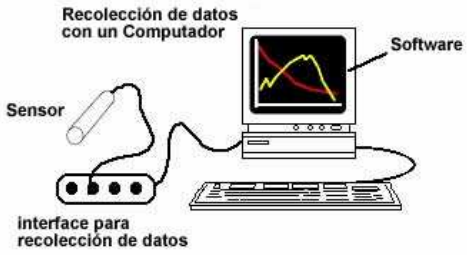

Figura 2.14 Recolección de datos con un computador
Fuente: (Eduteka, duteka, 2014)

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Hardware

2.2.1.1 RTD Watlow 1/8”

Sensor de tipo resistivo y que varía su resistencia según la temperatura. Actúa como un metal, por lo tanto tiene coeficiente de temperatura positivo. Es un sensor muy lineal, repetitividad alta y presentan un error del 0,1% a 1%. La sensibilidad es 10 veces mayor a los termopares, y 10 veces menor que los termistores.

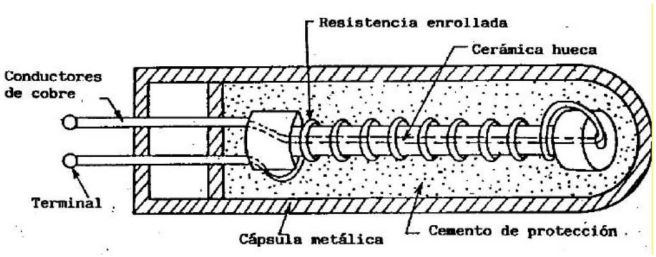

Figura 2.15 RTD de hilo arrollado
Fuente: (Huelva, 2014)

Los RTDs debido a sus características físicas, presenta las siguientes ventajas.

- Gran estabilidad y precisión. Hay que tener en cuenta que las RTDs de níquel o aleaciones son más baratas, pero no son tan estables ni precisas como las de platino.
- Mayor linealidad que los termopares.
- Sensibilidad en torno a 10 veces mayor que los termopares.

2.2.1.2 Sensores de humedad AM2301

El sensor AM2301 provee una salida de señal digital calibrada. Utiliza un exclusivo método de recolección digital de señal de humedad con alta estabilidad, este elemento de sensor está conectado con 8 bits de un ordenador de un solo chip.

Cada sensor de este modelo esta compensado con temperatura y calibrado en una cámara de calibración y la calibración del coeficiente se guardan en el tipo de programa en la memoria OTP, cuando el sensor detecta la señal esta llama al coeficiente de la memoria.

Con características como: pequeño tamaño, bajo consumo y distancia de transmisión larga (20 m). Lo que permitirá al DHT21 que se adapte en todo tipo de ocasiones y de aplicaciones.

Posee un conector de cuatro pasadores, haciendo la conexión muy conveniente. A continuación se describen algunas características destacadas.

- Una amplia gama de temperatura compensada
- Humedad relativa y temperatura
- Señal digital calibrada
- Excelente estabilidad a largo plazo
- No necesitan componentes adicionales
- La distancia de transmisión larga
- Bajo consumo de energía

Figura 2.16 Sensor de humedad AM2301
Fuente: (Electrónica, 2014)

2.2.1.3 Chip A/D MAX31865

El MAX31865 es un convertidor análogo digital, diseñado específicamente para sensores de temperatura de resistencia de platino (RTD). Utiliza una resistencia externa para ajustar la sensibilidad para el RTD y una precisión delta-sigma ADC la cual convierte la relación de la resistencia de RTD a la resistencia de referencia en forma digital. Las entradas del MAX31865 están protegidas contra fallos de sobretensiones tan grandes como ± 50V. Posee detección programable de RTD abiertos y de condiciones de cables abiertos y corto circuitados.

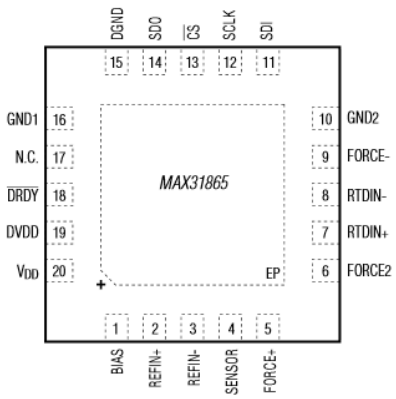

Figura 2.17 Distribución de pines A/D MAX31865
Fuente: (Obrazki, 2014)

2.2.1.4 Microcontroladores ATMEGA16

“Los microcontroladores son computadores completos, aunque de limitadas prestaciones, con chip que ejecuta una sola tarea. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; las líneas de entrada-salida.

Ya una vez programado y configurado, los microcontrolador únicamente sirven para gobernar las tareas asignadas” (Ing. Fabricio Villacis, 2014).

- El microprocesador es basado en el AVR con arquitectura RISC.
- En la ejecución de las instrucciones tiene sólo un ciclo de reloj.
- El ATEMEGA16 logra acercarse a 1 MIPS de rendimientos por MHz que permite al diseñador del sistema para optimizar el consumo de energía en comparación con la velocidad y procesamiento que maneja.

La razón más importante en la elección del microcontrolador es el número de Timers que debe tener el microcontrolador por las variables que el microcontrolador debe procesar, resulta que se necesita de tres Timers para controlar la frecuencia de envío de datos, la adquisición de datos del sensor de temperatura y del sensor de humedad. Estos Timer se encuentran en los pines PD7, PD6 y PE7.

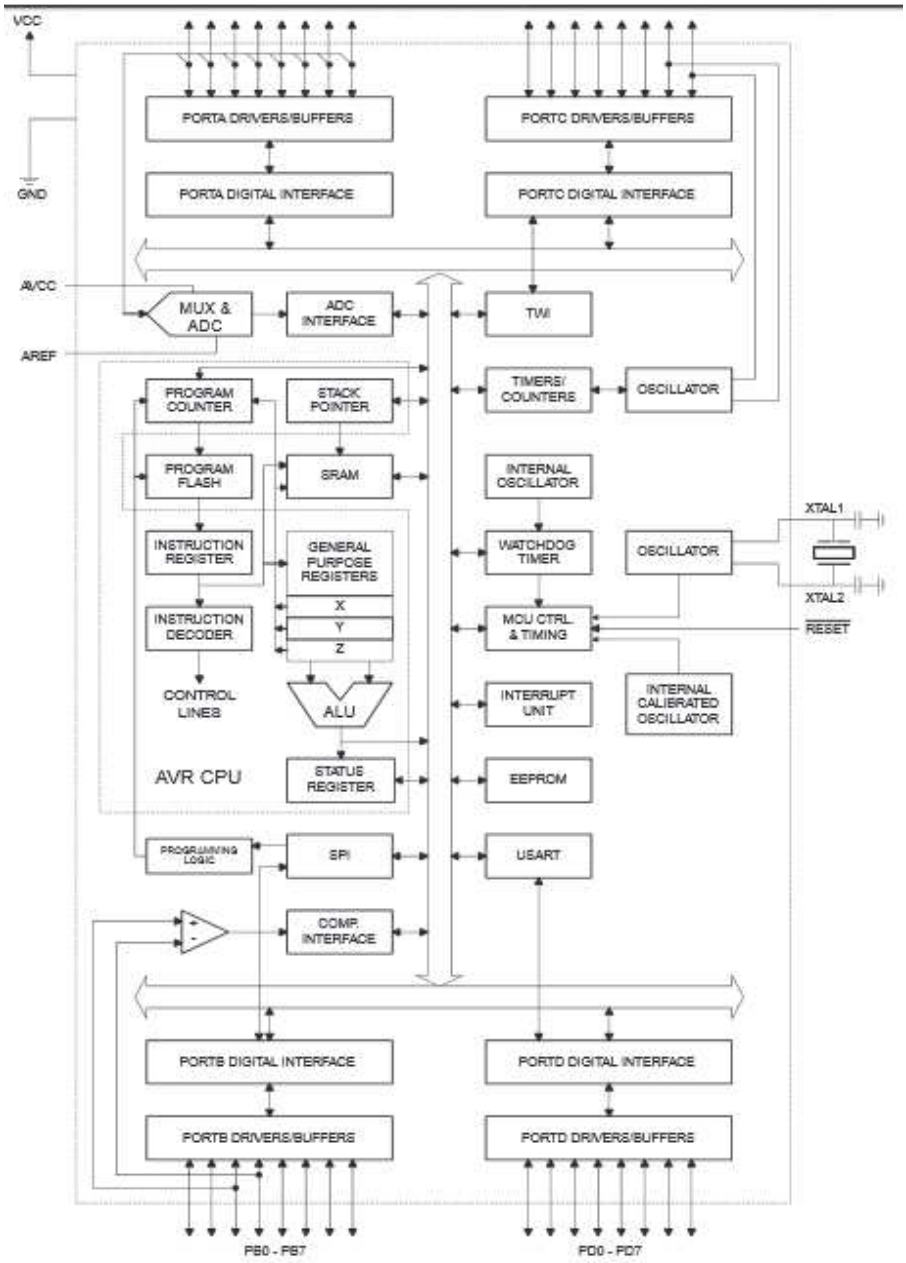

Figura 2.18 Diagrama de Bloques del ATMEGA
Fuente: (Ing. Fabricio Villacis, 2014)

Los temporizadores se encargan de controlar periodos de tiempo, para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden y que generan salidas con frecuencia específicas. Los tiempos se cargan en un registro con el valor adecuado,

consecuentemente el valor se va incrementando o decrementando a medida del ritmo de los impulsos de reloj.

EL microcontrolador ATMEGA16 tiene 21 pines que se muestran en la figura 2-19.

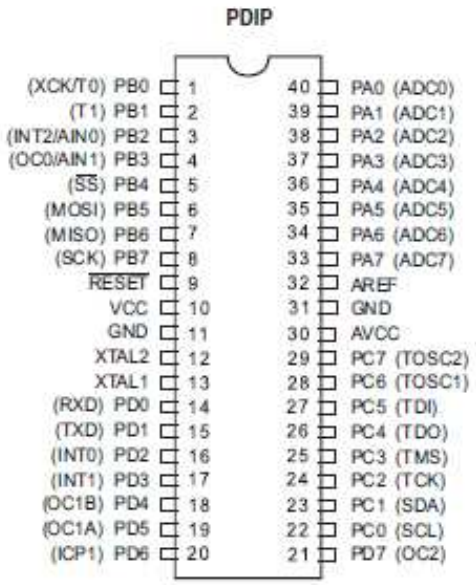

Figura 2.19 Diagrama de pines del ATEMEGA 16
Fuente: (Ing. Fabricio Villacis, 2014)

2.2.1.5 Transmisor y Receptor LC-1000R

“El LC-1000R permite que dispositivos electrónicos de bajo consumo puedan realizar sus comunicaciones inalámbricas. Es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos.

Las comunicaciones con C.I. INHAOS LC-1000R se realizan en la banda libre de 2,40GHz. Se diferencia del dispositivo bluetooth porque este protocolo no utiliza frecuencia hula, sino que realiza las comunicaciones a través de una única frecuencia “fr”, es decir, de uno o varios canales.

Habitualmente se escoge un canal de entre 16 posibles canales. El alcance depende de la potencia de transmisión del dispositivo así como también del tipo de antenas utilizadas (cerámicas, dipolos, etc) El alcance normal con antena dipolo en línea vista es de aproximadamente de 400m y en interiores de unos 70m aproximadamente" (INHAOS, 2014).

Figura 2.20 Tx/Rx LC100-R
Fuente: (INHAOS, 2014)

2.2.2 Software

"El Software es el soporte lógico e inmaterial que permite que la computadora pueda desempeñar tareas inteligentes, dirigiendo a los componentes físicos o hardware con instrucciones y datos a través de diferentes tipos de programas." (MasAdelante, 1999)

2.2.2.1 Programa LabView

"LabView es un revolucionario ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y presentaciones de datos. LabView le da la flexibilidad de un poderoso ambiente de programación sin la complejidad de los ambientes tradicionales" (ESPOL, Proyectos, 2014).

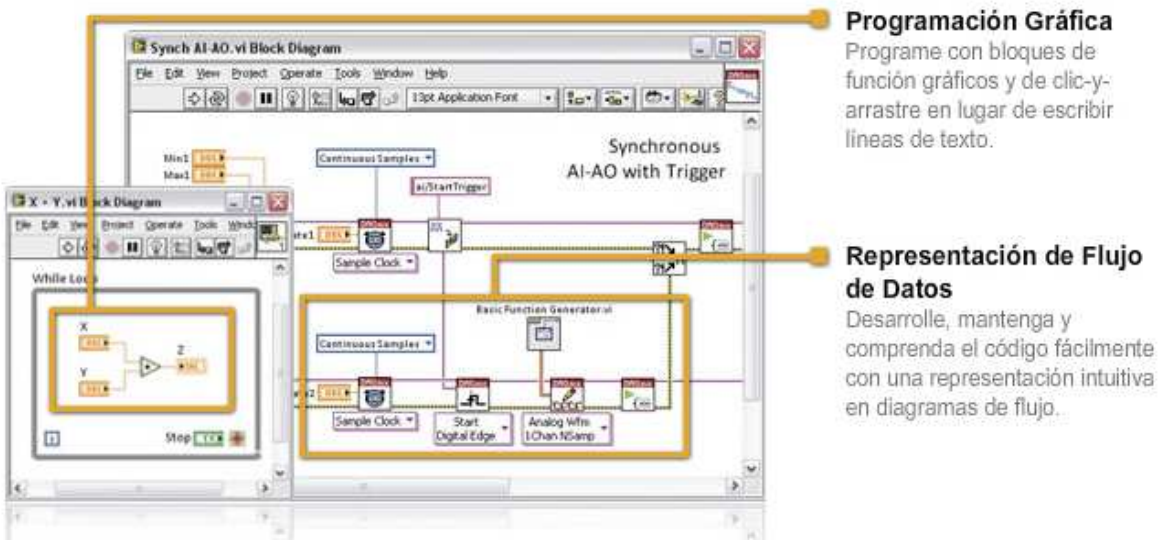

Figura 2.21 Flujo de datos y tipo de programación gráfica en LabView
Fuente: (ESPOL, Proyectos, 2014)

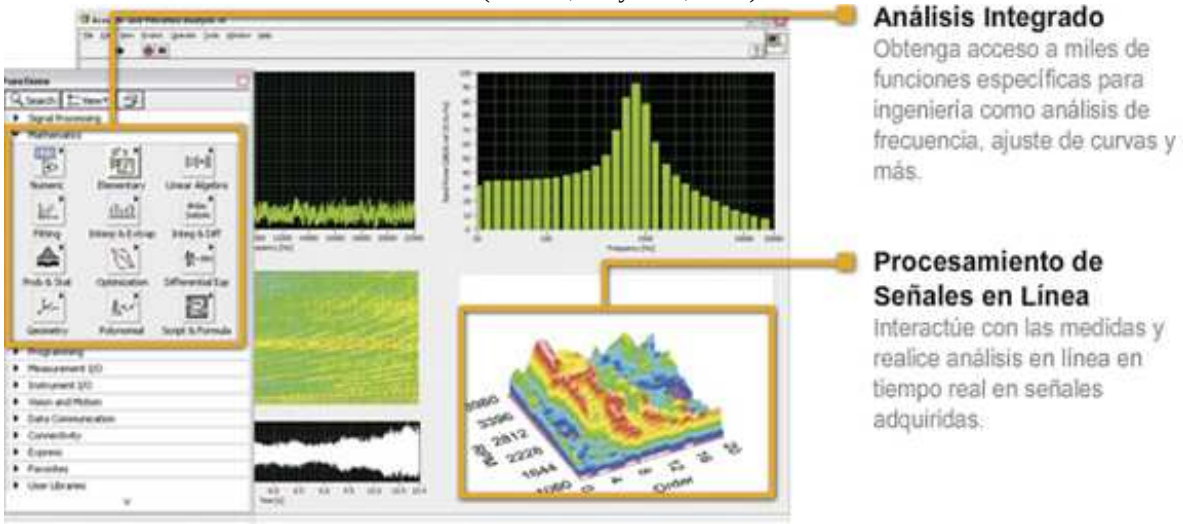

Figura 2.22 Análisis de señales en LabView
Fuente: (ESPOL, Proyectos, 2014)

La última versión del software LabView añade características de programación y productividad que le ayudan a mejorar la eficacia y el rendimiento de su aplicación y lograr más con las cambiantes plataformas de tecnología embebida y para PC.

- Estabilidad Mejorada
- Mejoras al UI

- Despliegue Mejorado en Tiempo Real
- Mejoramientos en Tiempo de Edición a LabView FPGA
- Llamada Asincrónica por Referencia
- Mejoramientos Basados en Retroalimentación
- Nuevas Funciones Matemáticas y de Procesamiento de Señales
- Estructuras en el Módulo LabView MathScript RT
- Soporte Mejorado

Figura 2.23 Nuevas características en LabView
Fuente: (ESPOL, Proyectos, 2014)

Figura 2.24 Nuevas características en LabView
Fuente: (ESPOL, Proyectos, 2014)

2.2.2.2 Programación de Pics con Bascon

Una de las herramientas usadas para transferir el código de un computador al PIC es el software Bascon. Los PICs de Microchip poseen ICSP (In Circuit Serial Programming) programación serie incorporada o LVP (Low Voltage Programming) programación a bajo nivel de voltaje, lo que ayuda ha programar el PIC directamente en el circuito.

A continuación se describe características esenciales que el software Bascom es capaz de ejecutar, siendo una ayuda fundamental para los proyectos de programación electrónica.

- Programación BASIC estructurado con etiquetas.
- Programación estructurada con instrucciones IF-THEN-ELSE-END IF, DO-LOOP, WHILE-WEND, SELECT- CASE.
- Capacidad de nombres de variables y etiquetas largos, hasta 32 caracteres de longitud.
- Con variables Bit, Byte, Integer, Word, Long, Single y String.
- Los programas compilados trabajan con todos los microcontroladores AVR que tienen memoria RAM no tiene ningún problema con trabajar con el ATEMega 128.
- Las instrucciones de programación y comandos son compatibles con Microsoft's VB/QB
- Puede mezclar Assembler y Basic en la misma fuente.
- Capacidad e crear librerías.
- Contiene comandos especiales para displays-LCD, chips I2C y chips 1WIRE, teclado PC, teclado de matriz, recepcion RC5, UARTsoftware y SPI, además comandos UARD para los transmisores XBee-Pro
- Variables locales, funciones de usuario, soporte de libreria.
- Simulador de terminal integrado con opción de descarga.

- Simulador integrado para test.
- Programador SPI integrado.
- Programador STK200 y STK300 integrados.
- Editor con resalte de las instrucciones.
- Contexto de ayuda sensitivo.
- Trabaja perfectamente con los productos de Digital Micro Devices basados en AVR.

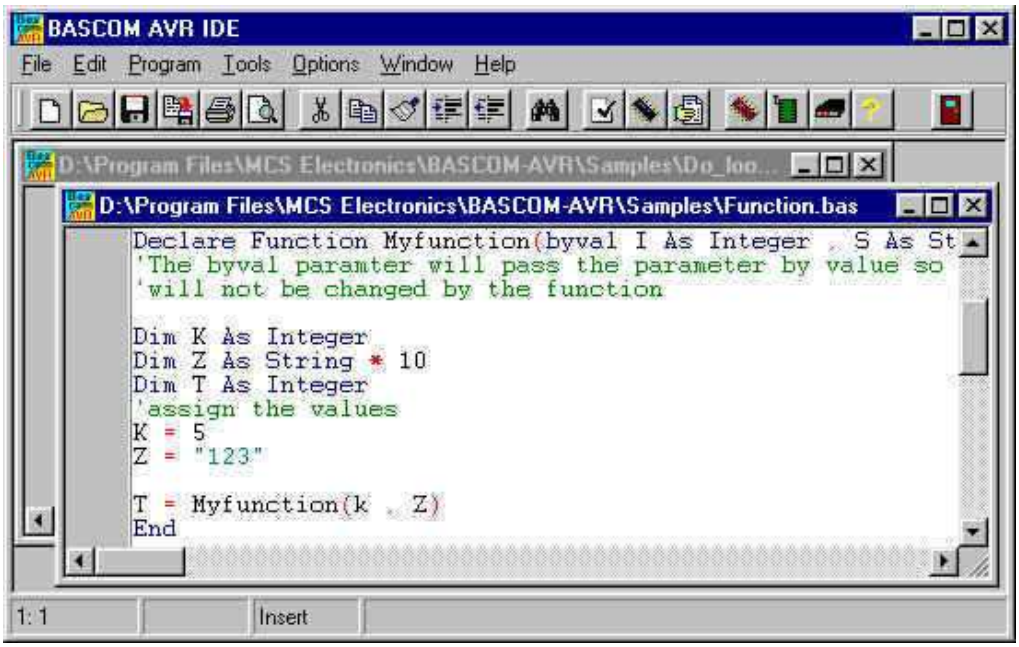

Figura 2.25 Software Bascom
Fuente: MCS Software – Elaboración propia

CAPÍTULO 3

DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INALÁMBRICO DE ADQUISICIÓN DE DATOS, DE ALTA EXACTITUD APLICADO A MEDIOS ISOTERMOS SECOS

3.1 Diseño de una interfaz para la adquisición de datos en forma inalámbrica.

El sistema de adquisición de datos aplicado a medios isotermos se divide en dos partes: software y hardware.

En referencia al hardware este sistema se encarga de receptar y monitorear los datos que provienen de manera inalámbrica de sensores de temperatura y humedad, y está diseñado específicamente para sistemas isotermos. Consta de sensores de temperatura y humedad, circuitos de acoplamiento, transmisores, receptor, y un computador donde se visualiza las variables.

El dispositivo inalámbrico se encuentra básicamente equipado por los siguientes componentes:

- Sensores: temperatura y humedad.
- Unidad de energía: comunes baterías u otras formas de recolección de energía.
- Unidad de procesamiento o cómputo: un microcontrolador con memoria.
- Unidad de comunicación: transceiver o transmisor-receptor de radio frecuencia.

Es importante también, destacar que se puede crecer a cuatro dispositivos inalámbricos que de igual forma serán periféricos de entrada y salida, y cuya

información también podrá ser visualizada en el dispositivo receptor el cual consta de una pantalla LCD que muestra los datos adquiridos.

Previo al funcionamiento de todo el sistema se necesita el funcionamiento de cada uno de los sensores por separado, realizando la calibración y ajustes necesarios de los sensores a las que se llamarán etapas que son las siguientes:

- Etapa de Sensado de Temperatura y Humedad.
- Etapa de Transmisión y Recepción de datos.
- Etapa de visualización y monitoreo de datos.
- Etapa de tiempo de caracterización.

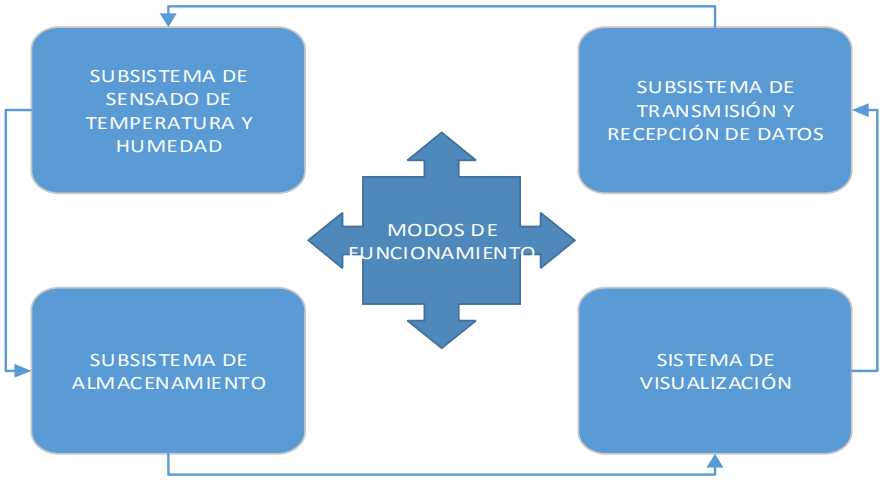

Figura 3.1 Etapas del Sistema
Fuente: Visio – Elaboración propia

Todos los sistemas de medición electrónica están compuestos de instrumentos y componentes interconectados para poder realizar una función de medición. Cada componente del sistema no sólo debe realizar su función individual correctamente sino también trabajar efectivamente con los demás componentes para que todo el sistema opere correctamente.

3.1.1 Etapa de sensado de temperatura y humedad.

El hardware del sistema de adquisición de datos en su etapa de sensado de datos incluye: la fuente de alimentación a través de una batería recargable, el acondicionamiento de las entradas analógicas y digitales.

La batería que fue escogida se la consideró tomando en cuenta el concepto de portabilidad garantizando su funcionamiento en cualquier circunstancia y siendo éste reutilizable una vez que se proceda a cargar su energía. Al final los valores de la batería son de 3.7V DC para el funcionamiento del arduino, el sensor de humedad y de temperatura RTD. Para esta etapa se ha visto la necesidad de realizar un diagrama de bloques de cada una de las partes concernientes.

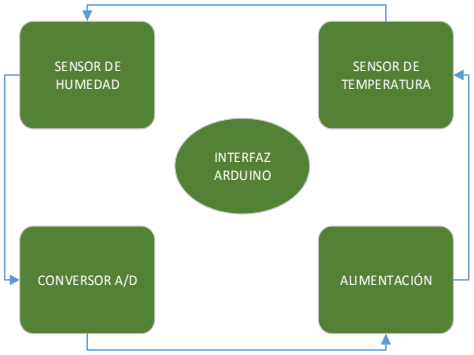

Figura 3.2 Diagrama de bloques etapa de sensores de temperatura y humedad
Fuente: Visio – Elaboración propia

Uno de los factores a ser tomados en cuenta en el desarrollo de este Proyecto de Grado es el factor de la humedad relativa, el cual gracias al circuito integrado AM2301 da una señal digital calibrada.

En este bloque está el sensor de humedad AM2301 el mismo que se comunica a través de un cable como bus de comunicaciones enviando la información de manera digital cuya trama es de 8 bits, que por definición requiere sólo una línea de datos para la comunicación con un microcontrolador. Tiene un rango de temperatura de -55℃ a +125 ℃ y tiene una precisió n de ± 0.5ºC en el rango de

10ºC a +85ºC el cual se conecta a una interface del MAX31865 y consolidar la información de temperatura y humedad.

Para mantener orden y distinción de todos los posibles dispositivos se necesita identificar la temperatura y humedad que proviene de cada uno de los RTDs y sensores de humedad remotos siendo la nomenclatura para las temperaturas escritas en la Tabla 3-1 de la siguiente forma:

Tabla 3.1 Nomenclatura de temperatura y humedad.

Temperatura	Humedad	Nomenclatura
RTD remoto 1	HR remoto 1	T1
RTD remoto 2	HR remoto 2	T2
RTD remoto 3	HR remoto 3	T3
RTD remoto 4	HR remoto 4	T4

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Etapa de Trasmisión y Recepción de Datos

Para la transmisión y recepción de datos se ha diseñado el Sistema de Adquisición de Datos de la figura 3-2. Se ha elegido la comunicación inalámbrica usando el C.I. INHAOS LC-1000R entre el Sistema de Adquisición de Datos y el PC, ya que presenta las ventajas siguientes:

- Inmunidad al ruido
- Capacidad de transmitir información digital entre múltiples puntos.
- Capacidad para transmitir información con un alcance mayor a los 10 metros.
- Alta velocidad de transmisión.
- Configurable frecuencia de trabajo (2.4 Ghz)

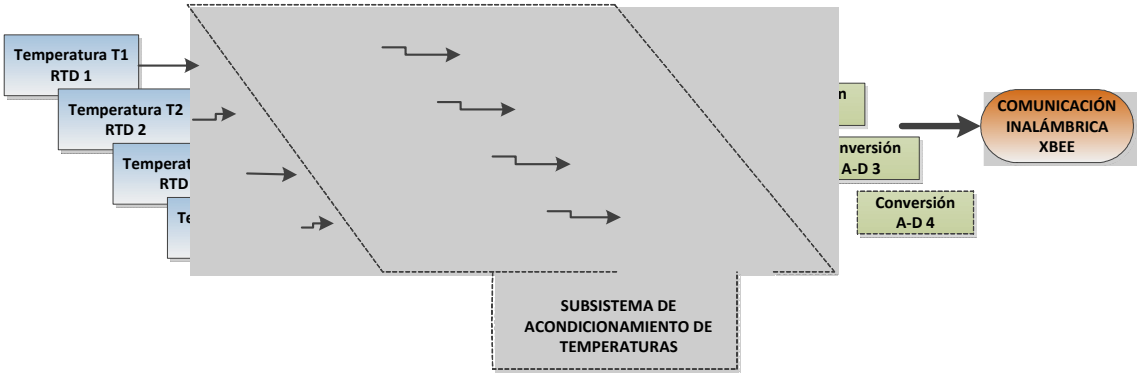

Figura 3.3 Diagrama de Bloques para adquisición de temperaturas
Fuente: Visio – Elaboración propia

Para la trasmisión de datos se debe tomar en cuenta cuatro factores determinantes, que son: el ancho de banda de la señal, la velocidad a la que se transmiten los datos, la cantidad de ruido presente en el proceso de envío de datos y finalmente la porción o tasa de errores que se pueden tolerar.

3.1.3 Etapa de visualización y monitoreo de datos

Como parte de este proyecto uno de las herramientas necesarias para la interpretación de la información que se busca alcanzar con la transmisión y recepción de datos de los sensores de humedad y temperatura se ha considerado al computador personal para que sea el medio por el cual esta información sea interpretada en base a los procesos básicos del Laboratorio de Temperatura del INEN de igual manera que dicha información sea monitoreada en el tiempo con la finalidad de obtener información valiosa del comportamiento del sistema para lo cual se ha escogido el uso de software de control electrónico visuales como lo es el LabView por lo que permitirá apreciar la información enviada de los sensores remotos dándole una interpretación adecuada.

A continuación en la Figura 3.3 se muestra el diseño de hardware del sistema de adquisición de datos con el computador personal que permitirá la interpretación de los datos procesados con el uso del software LabView.

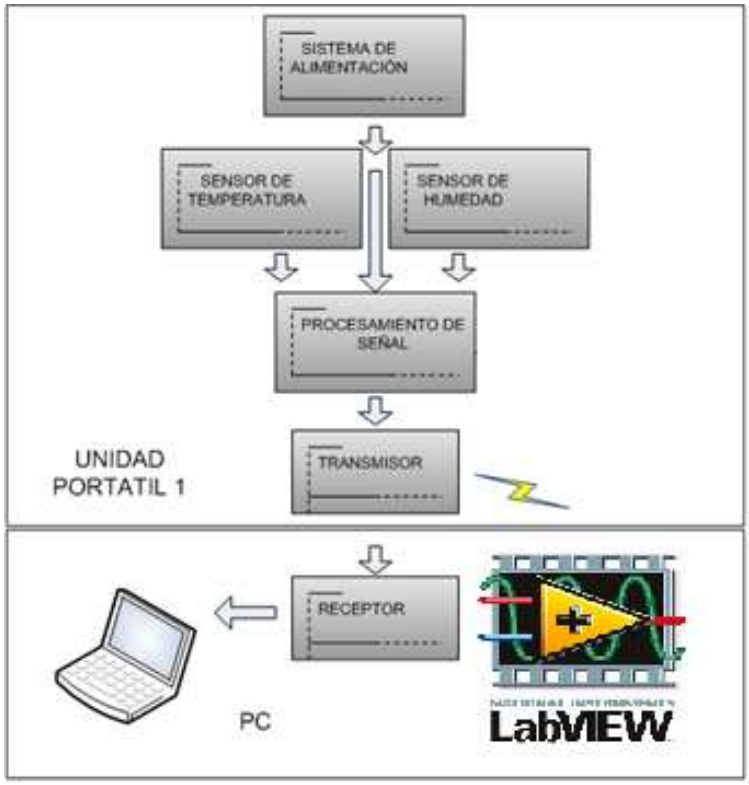

Figura 3.4 Visualización de los datos mediante la PC y software LabView
Fuente: Visio – Elaboración propia

3.1.4 Etapa de tiempo de caracterización

Para la etapa de funcionamiento en los procesos del Laboratorio de Temperatura del INEN aparece el concepto de “caracterización de un equipo” partiendo del uso que se destine el medio isotermo; en este caso se usará para las pruebas la cámara de humedad 2500 Thunder Scientific, con lo que se logrará determinar los datos de temperatura y humedad en un punto específico de un área de trabajo escogida, hay que tomar en cuenta que el sistema se está diseñando para ampliar

la cantidad de sensores remotos para ser colocados en varios puntos del área de trabajo de la cámara de humedad.

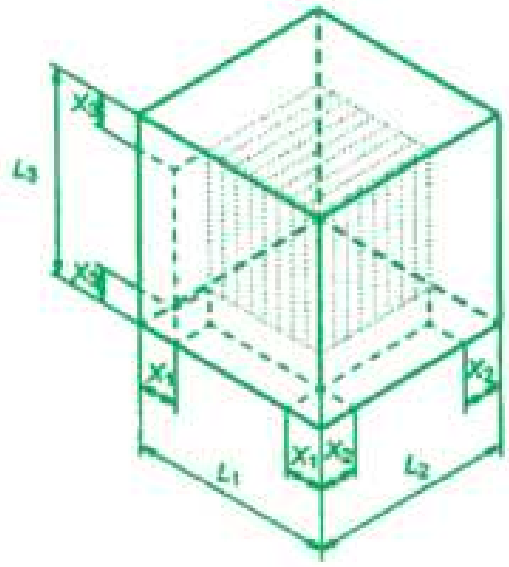

Figura 3.5 Colocación de sensores de temperatura y humedad
Fuente: Visio – Elaboración propia

3.2 Diseño de un software para el sistema de adquisición de datos

3.2.1 Diseño del software para los dispositivos electrónicos

Para este Proyecto de Grado se tomó en cuenta dos modos de trabajo del sistema; el primero es en modo Data Logger en el que interviene el dispositivo de almacenamiento, en este caso una memoria micro SD en la que se va almacenando la información adquirida de los dispositivos remotos.

Para el segundo modo de trabajo que es el modo de monitoreo, interviene el software diseñado con la herramienta LabView la misma que permite mostrar la información directamente al computador conectando el receptor con un cable USB esto permite que se pueda tomar muestras de manera instantánea al momento de caracterizar un medio isotermo.

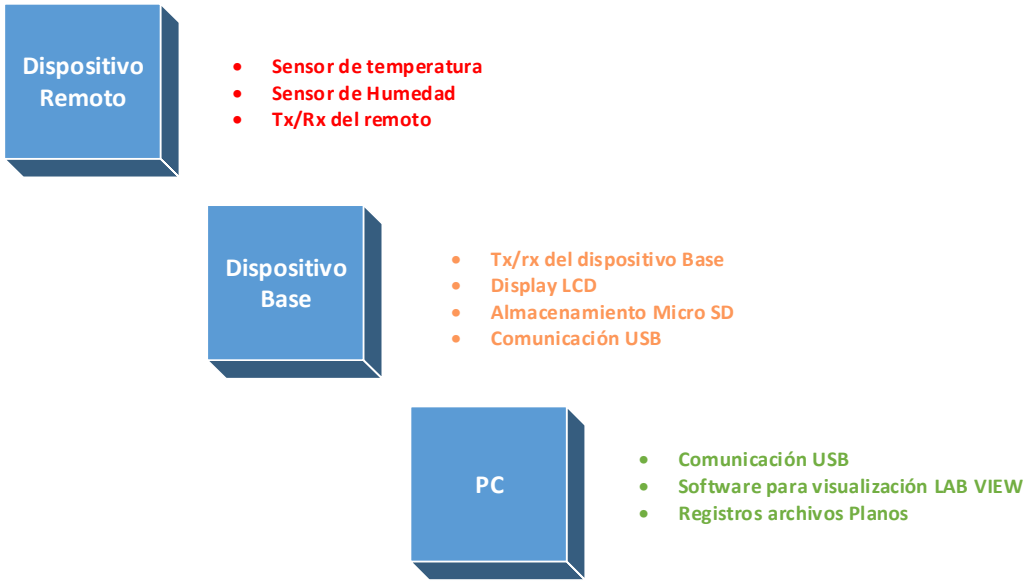

Figura 3.6 Diagrama general de hardware del sistema
Fuente: Visio – Elaboración propia

3.2.2 Diseño de un software en LabView

Usando el software de programación LabView se puede visualizar muchos parámetros que son importantes en la caracterización de un medio isotermo. Estos parámetros son programados gracias a los datos que ya han sido adquiridos anteriormente como:

- Temperaturas de sensores remotos.
- Humedad relativa.
- Número de muestras.
- Monitoreo permanente.

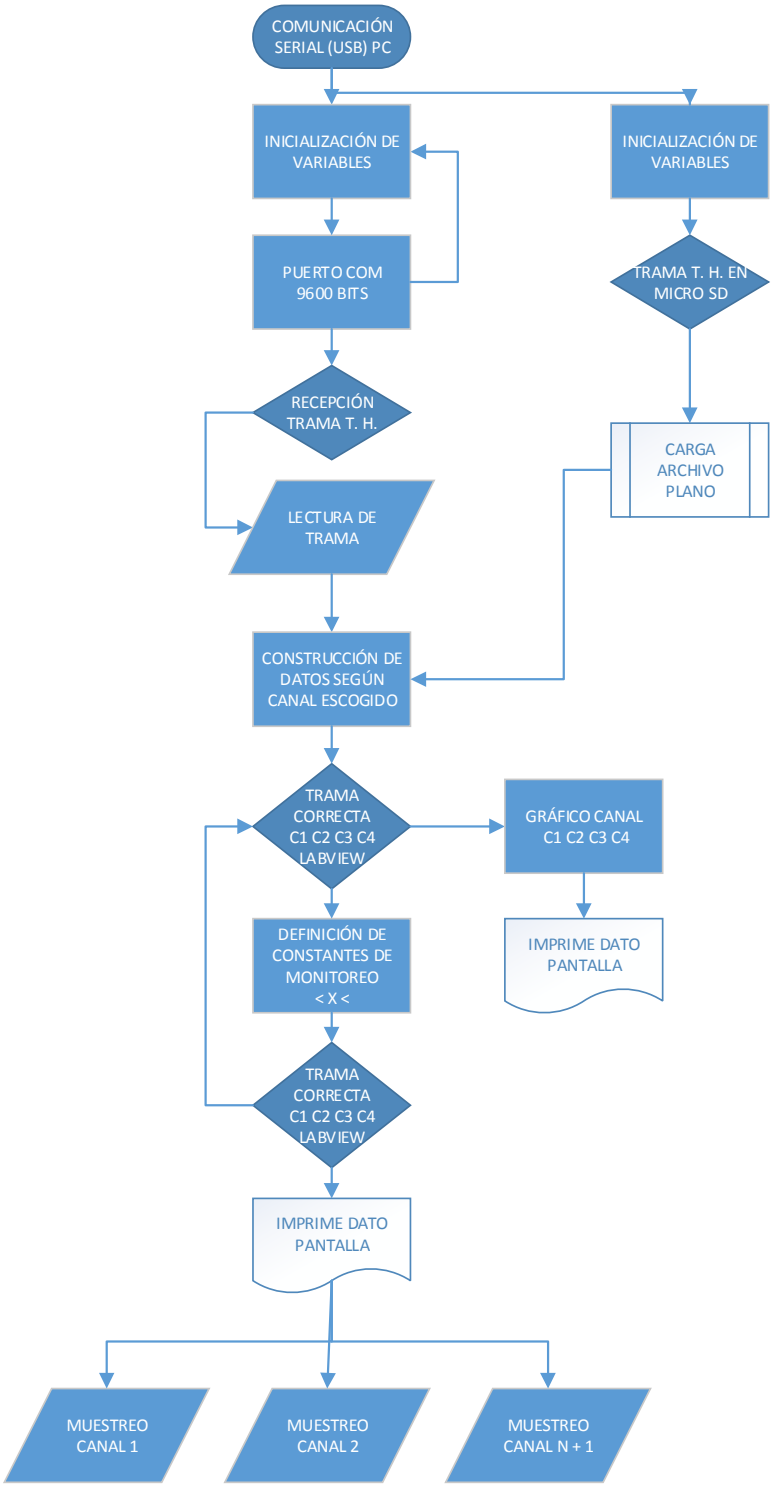

Figura 3.7 Flujograma del software en LabView del sistema
Fuente: Visio – Elaboración propia

3.3 Implementación del sistema de adquisición de datos

3.3.1 Implementación de Hardware

3.3.1.1 Acondicionamiento del sensor de temperatura

Este sensor está representado por el sensor de temperatura RTD Watlow 1/8 cuya curva característica cumple con los límites que se ha establecido para este proyecto -30 ℃ a 130℃

Para el acondicionamiento de la señal de temperatura análoga se escogió el integrado MAX31865 que acepte valores normalizados de 0 VDC a 5.2 VDC y corriente de 4mA a 20 mA, conectado los tres hilos de la RTD como se muestra en la Figura 3-8, adicionalmente se decidió digitalizar la información proveniente del RTD con una resolución de 15 BITS con el conversor A/D y una resolución nominal de temperatura de 0.03125 ℃ con una precis ión de 0.5℃ para ampliar la precisión de la información proveniente de los sensores de humedad y temperatura.

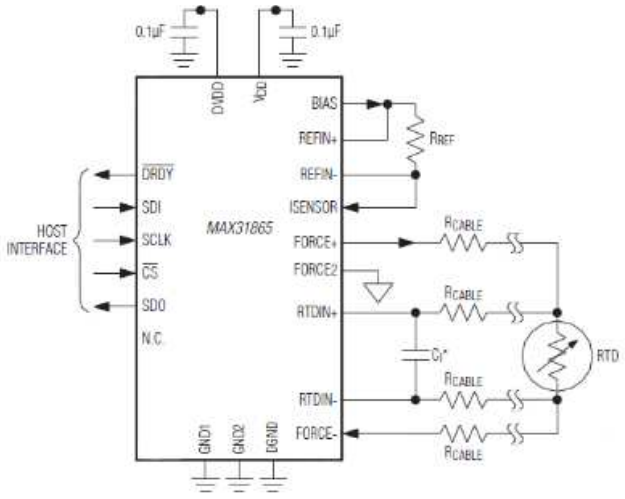

Figura 3.8 Diagrama circuital del MAX31865
Fuente: (Maxim Integrated, 2014)

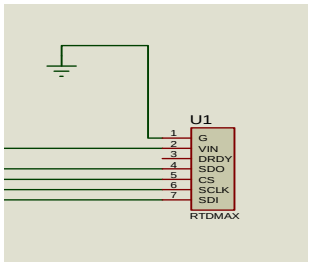

Figura 3.9 Conexión de pines del MAX31865 a Arduino Uno
Fuente: Proteus – Elaboración propia

3.3.1.2 Acondicionamiento del sensor de humedad

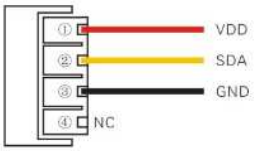

Figura 3.10 Asignación de pines del AM2301
Fuente: Visio - Elaboración propia

Tabla 3.2 Descripción de pines AM2301

Pin	Color	Nombre	Descripción
1	rojo	VDD	3.3 V - 5.2 V
2	amarillo	SDA	Comunicación serial
3	negro	GND	Tierra
4		NC	Desconectado

Fuente: Elaboración propia

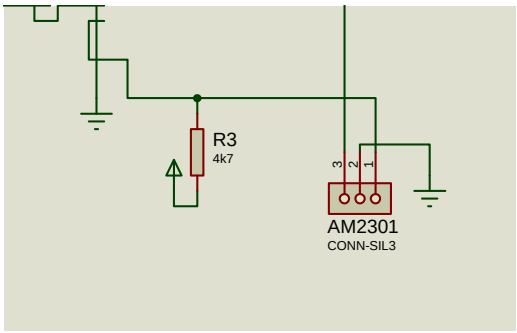

Figura 3.11 Conexión de pines del AM2301 a Arduino Uno
Fuente: Proteus - Elaboración propia

3.3.1.3 Seteo del canal remoto

Como parte de la implementación se ha introducido un interruptor DIP de 4 posiciones para definir el canal con el que se identificarán los sensores remotos en este caso se ha definido la combinación binaria Canal 1: 0000 (bits en cero lógico).

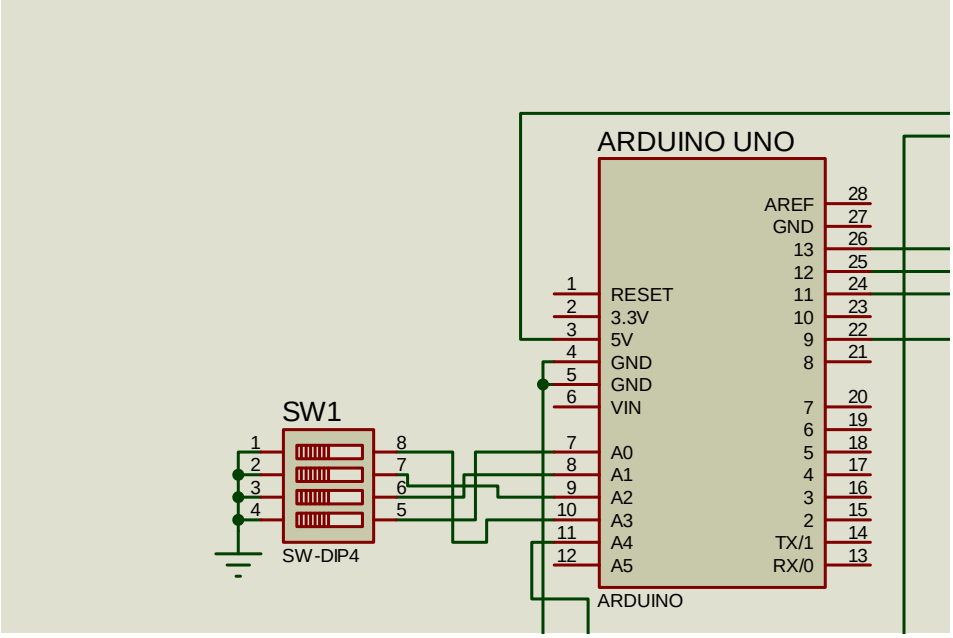

Figura 3.12 Conexión de pines del interruptor DIP al Arduino Uno
Fuente: Proteus - Elaboración propia

3.3.1.4 Circuito general e impreso del dispositivo remoto

Como parte de la implementación el circuido impreso se desarrolló en proteus, el cual consta con los pines de cada uno de los elementos para la implementación en la baquelita para ser soldados y probados.

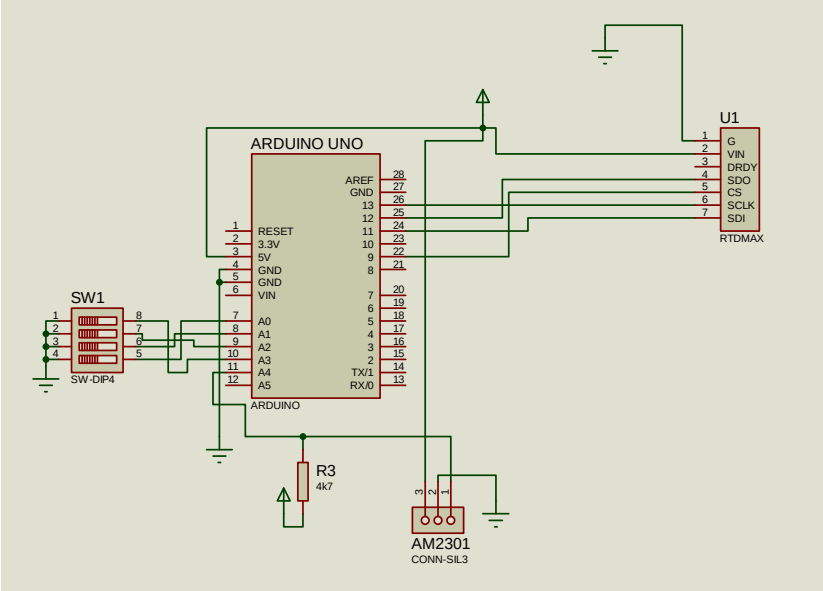

Figura 3.13 Conexión de pines del circuito remoto
Fuente: Proteus - Elaboración propia

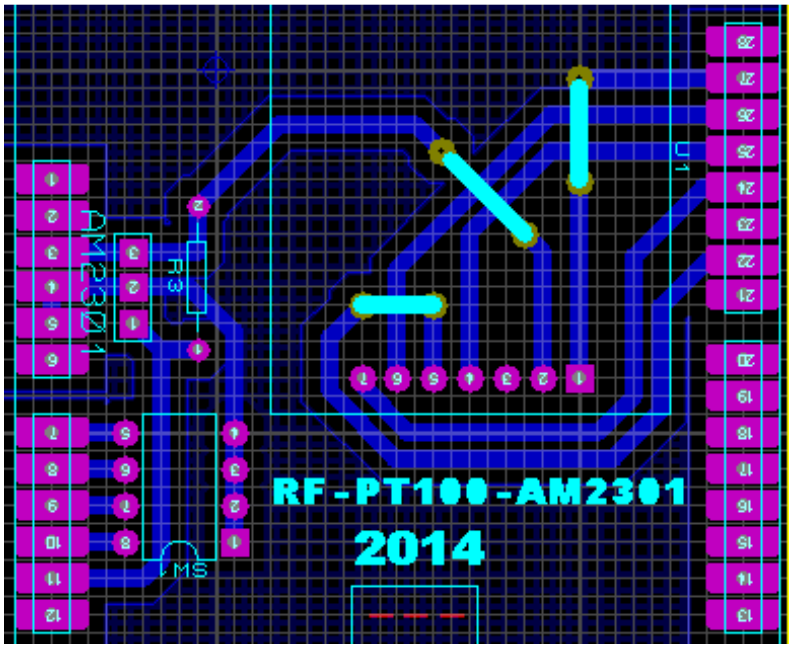

Figura 3.14 Circuito Impreso del equipo remoto
Fuente: Proteus - Elaboración propia

3.3.1.5 Circuito regulador de voltaje de la tarjeta principal

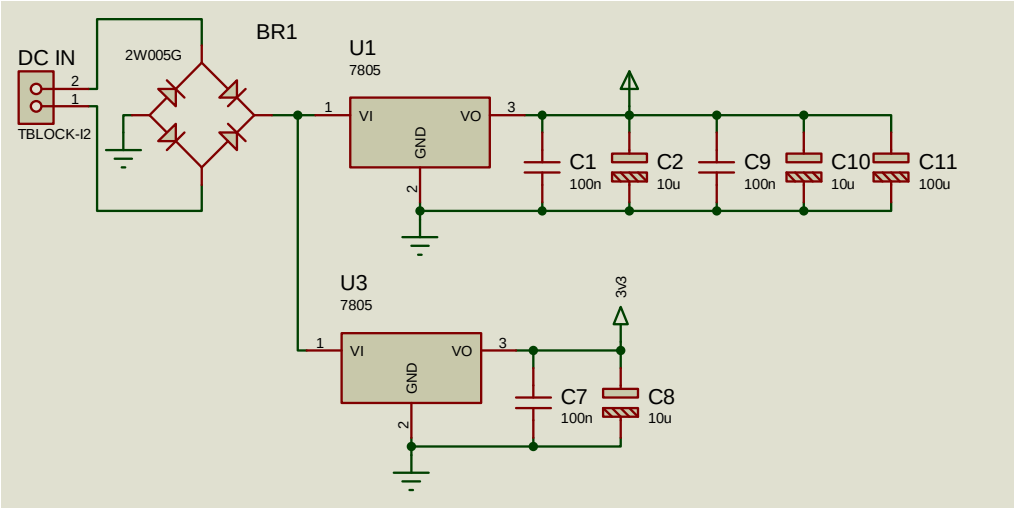

Figura 3.15 Etapa de regulación de voltaje
Fuente: Proteus - Elaboración propia

3.3.1.6 Circuito de conexión del RF LS 1000R de la tarjeta principal

A continuación se presenta las conexiones necesarias y configuraciones para que el circuito integrado LS 1000R funcione como receptor con leds indicadores conforme el estado de funcionamiento (recepción, transmisión y encendido).

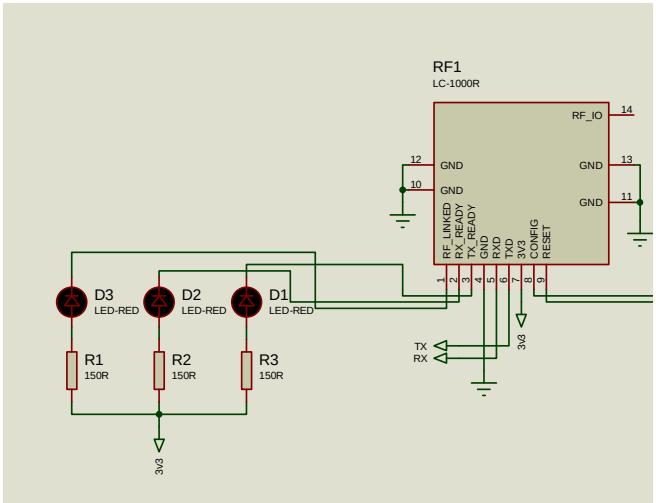

Figura 3.16 Etapa de RX de la información
Fuente: Proteus - Elaboración propia

3.3.1.7 Circuito de comunicación USB a PC y almacenamiento a Micro SD

Para lograr que el equipo inalámbrico pueda comunicarse con la computadora personal para la visualización de la información se ha adaptado una tarjeta con una interfaz USB para usarlo como medio de comunicación con el equipo de cómputo cuyos controladores permiten la instalación de un puerto COM virtual por el cual se recibe la información y es muestreada con la ayuda de los driver del programa VISA de LabView, de la misma manera es adaptada una tarjeta lectora de micro SD la cual será usada para el almacenamiento de la información en caso de trabajar en modo data logger.

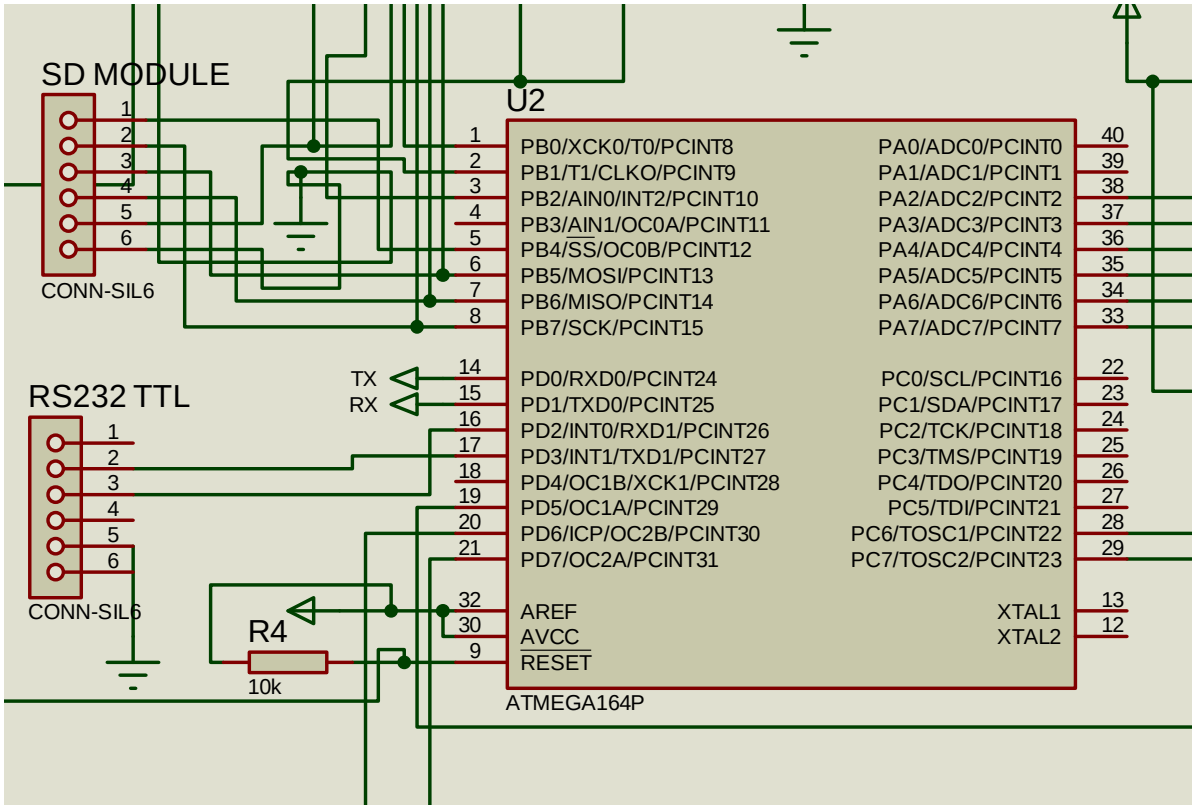

Figura 3.17 Etapa de comunicación USB y almacenamiento
Fuente: Proteus - Elaboración propia

3.3.1.8 Circuito general del receptor del sistema inalámbrico

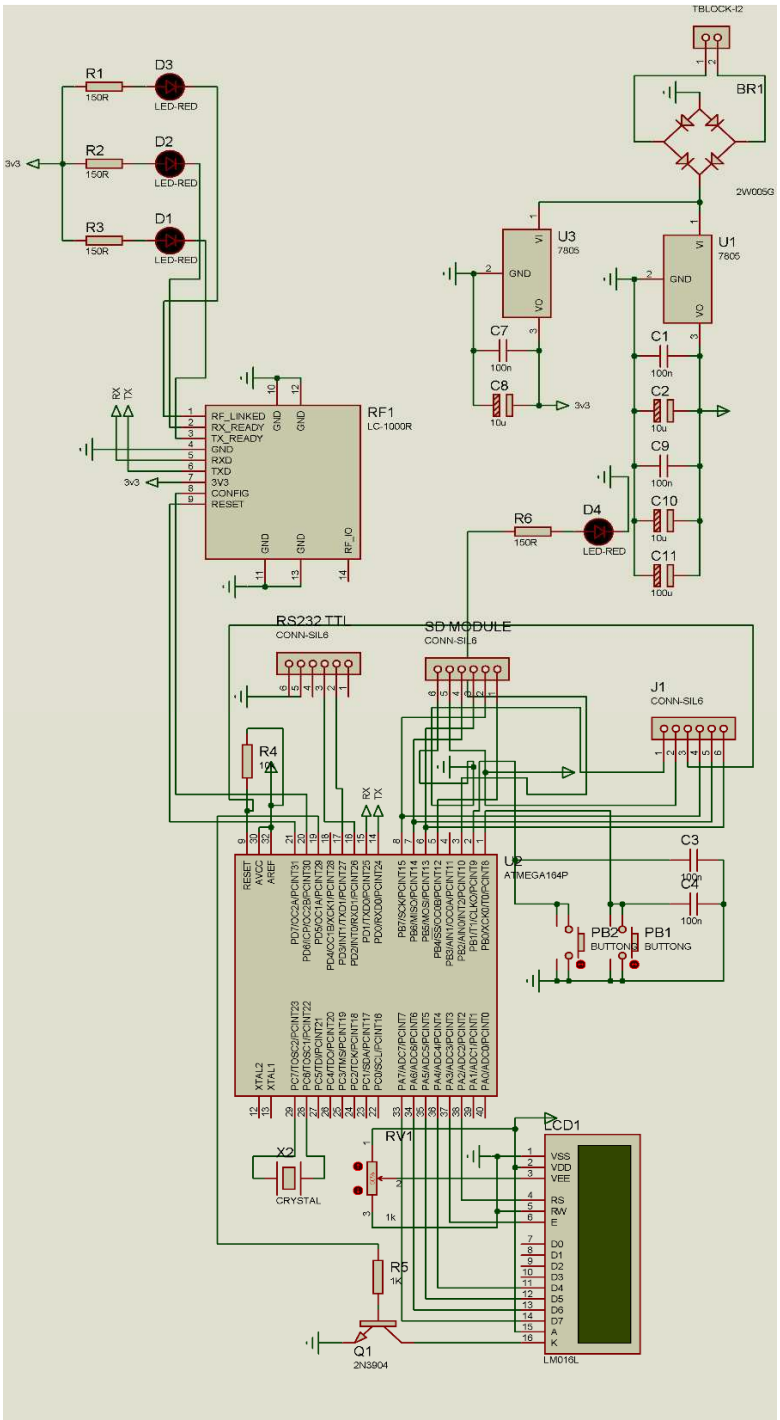

Figura 3.18 Diagrama General del Circuito de RX del sistema
Fuente: Proteus - Elaboración propia

3.3.2 Desarrollo del Software

3.3.2.1 Definición de puerto de comunicación COM1 en LabView

Como inicio del proceso de adquisición de la información se realiza la configuración necesaria para inicializar el puerto de comunicación serial COM para lo cual se usa los controladores “NI VISA” de LabView y la trama enviada por la tarjeta base receptora de información “RX” como se muestra en la Figura 3.19 con comunicación serial virtual a través del cable USB.

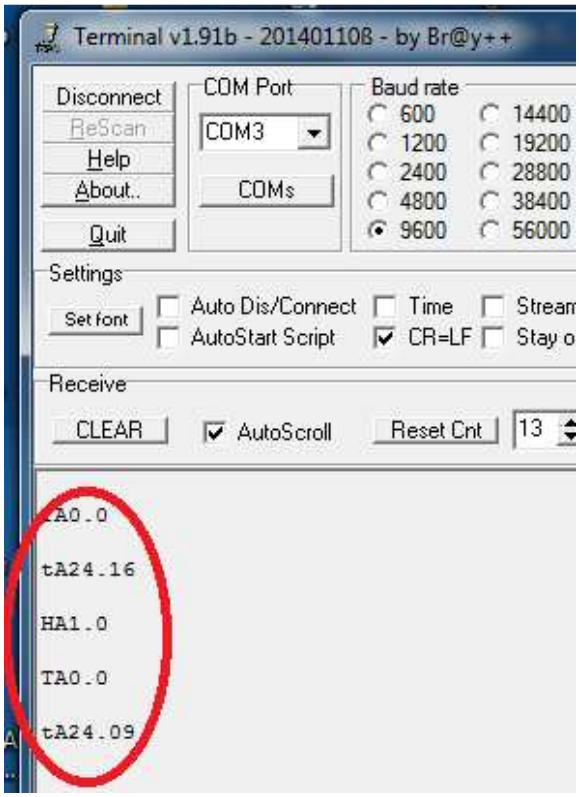

Figura 3.19 Trama de datos temperatura y humedad A con Hyperterminal
Fuente: Terminal - Elaboración propia

El programa a continuación indicado inicializa el puerto de comunicación serial donde se define la velocidad de transmisión de los datos, los bits de datos entrantes y consecuentemente el cierre de la sesión VISA para liberar el puerto y poder darle otra función sin inconvenientes.

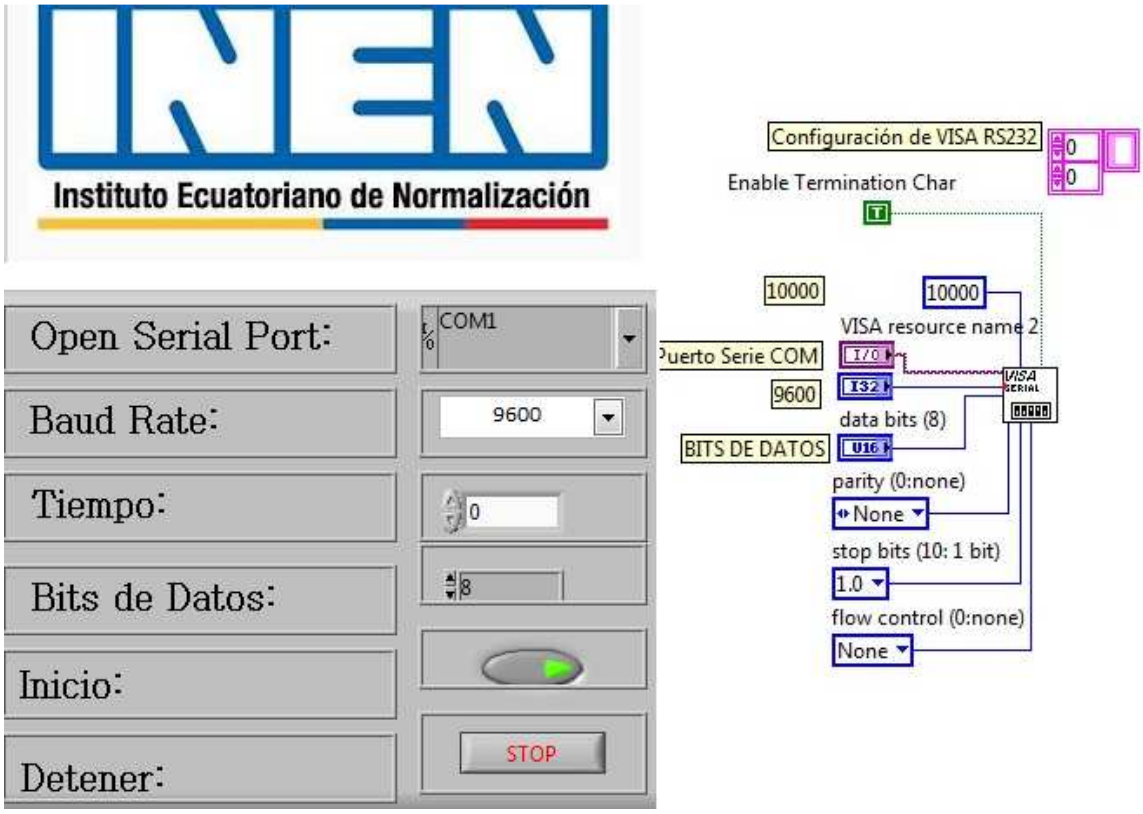

Figura 3.20 Configuración de puerto serial con NI VISA de LabView
Fuente: LabView - Elaboración propia

3.3.2.2 Trama de información String a Numérico

La etapa que permite la segmentación de la información que ingresa a través del puerto COM parte de recoger la información de String es decir de la cadena de caracteres que ingresan con la configuración 1 que agrupa los caracteres en 6 unidades hasta completar la posición 42, los mismos que serán transformados a caracteres ASCII e interpretados para ser graficados y mostrados como indica la programación de la Figura 3.21.

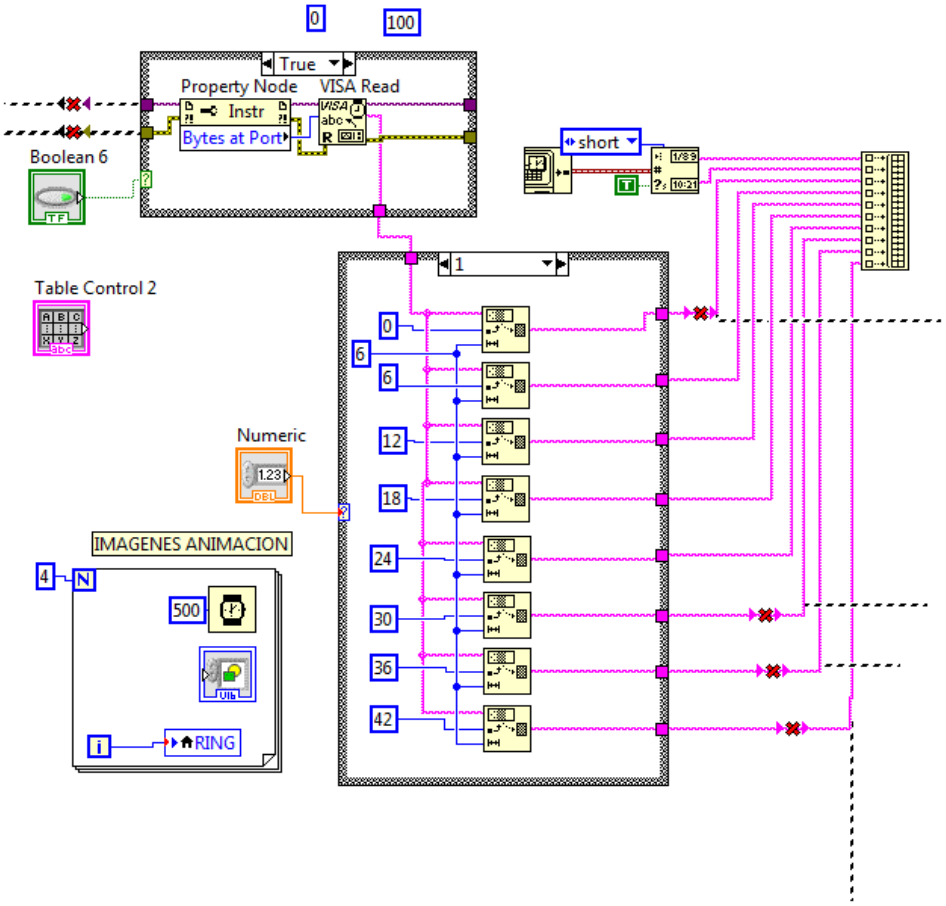

Figura 3.21 Cadena de caracteres String a caracteres numéricos
Fuente LabView - Elaboración propia

3.3.2.3 Control de los datos en temperatura y humedad

En la siguiente etapa se define parámetros de control de la temperatura y humedad sensada, para los cuales se determina límites en alta y baja de las variables en temperatura y humedad, para el caso del Canal 1 el valor mínimo para temperaturas bajas se ha programado como indicador tope a los valores menores a 20℃ y como valores mayores a partir de los 35℃; en el caso de humedad relativa para valores menores a 20% HR y valores mayores al 98% HR con lo que los estados de alerta de estas variables cambiarán de color verde a rojo según sea el caso, hay que resaltar que estas constantes pueden ser modificables conforme al requerimiento del Laboratorio de Temperatura y Humedad del INEN.

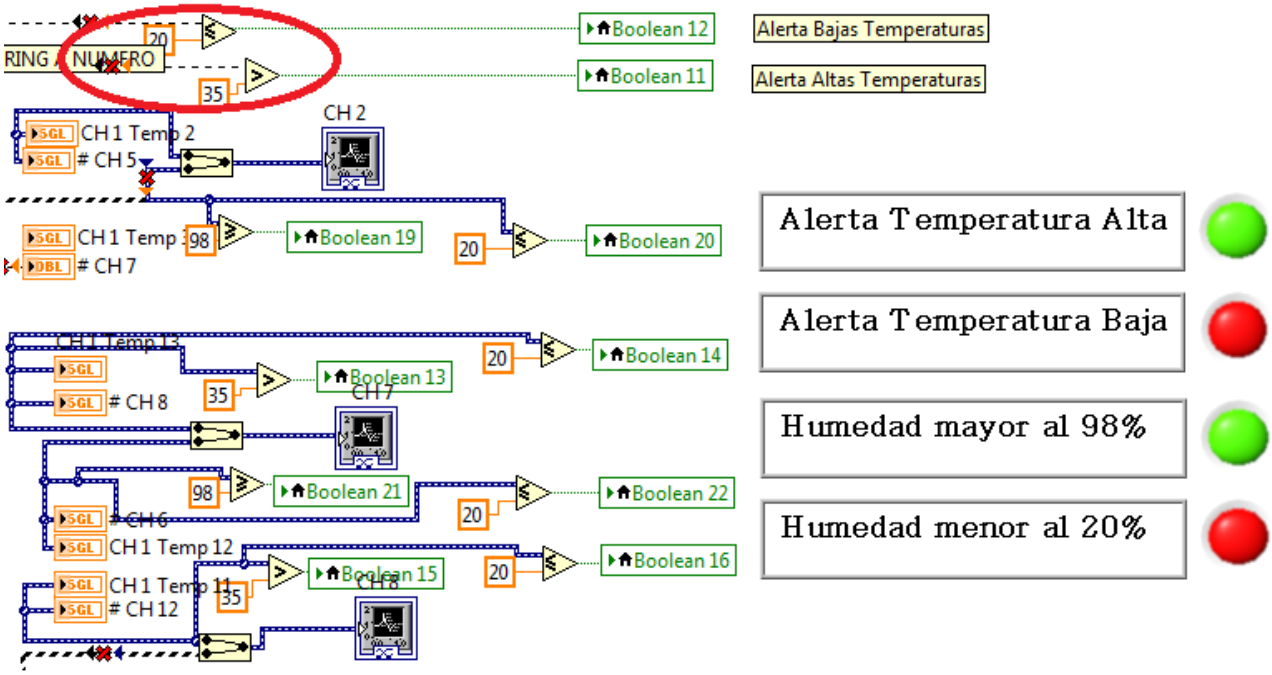

Figura 3.22 Control y monitoreo de la información de los sensores
Fuente: LabView - Elaboración propia

3.3.2.4 Programación para reporte de información a archivo plano

Como parte de éste proyecto se ha realizado la programación necesaria con el objetivo de exportar la información a hojas de cálculo, las cuales serán de gran utilidad para el personal del Laboratorio de Temperatura y Humedad del INEN, en la programación se define el archivo que se requiere como formato y dos campos de información que deben ser llenados antes de ser generados el archivo de Excel como se muestra en la Figura 3.23

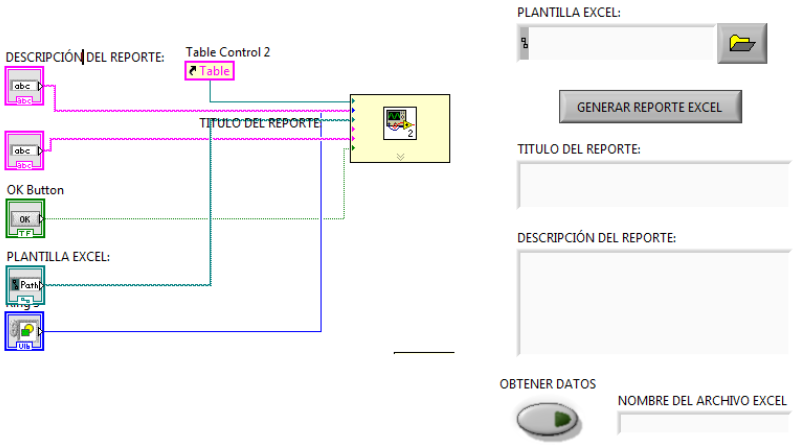

Figura 3.23 Programación para reporte de datos a hoja de cálculo Excel
Fuente: LabView - Elaboración propia

3.3.2.5 Visualización de la Temperatura y Humedad en LabView

La etapa de visualización se compone de dos subetapas:

La primera subetapa se compone del panel frontal donde se setea todos los parámetros de comunicación como puerto serial COM escogido, velocidad de transmisión, cantidad de bit de datos y canal escogido para la transmisión y recepción como se muestra en la Figura 3.24.

Figura 3.24 Pantalla frontal del sistema de adquisición de datos
Fuente: LabView Laboratorio INEN - Elaboración propia

En el caso de la segunda subetapa se obtiene la información de temperatura y humedad de manera instantánea como se muestra la gráfica en función del tiempo, siendo esta información monitoreada constantemente; adicional consta de un conjunto alertas con los valores de baja y alta de las variables indicadas como muestra la Figura 3.25.

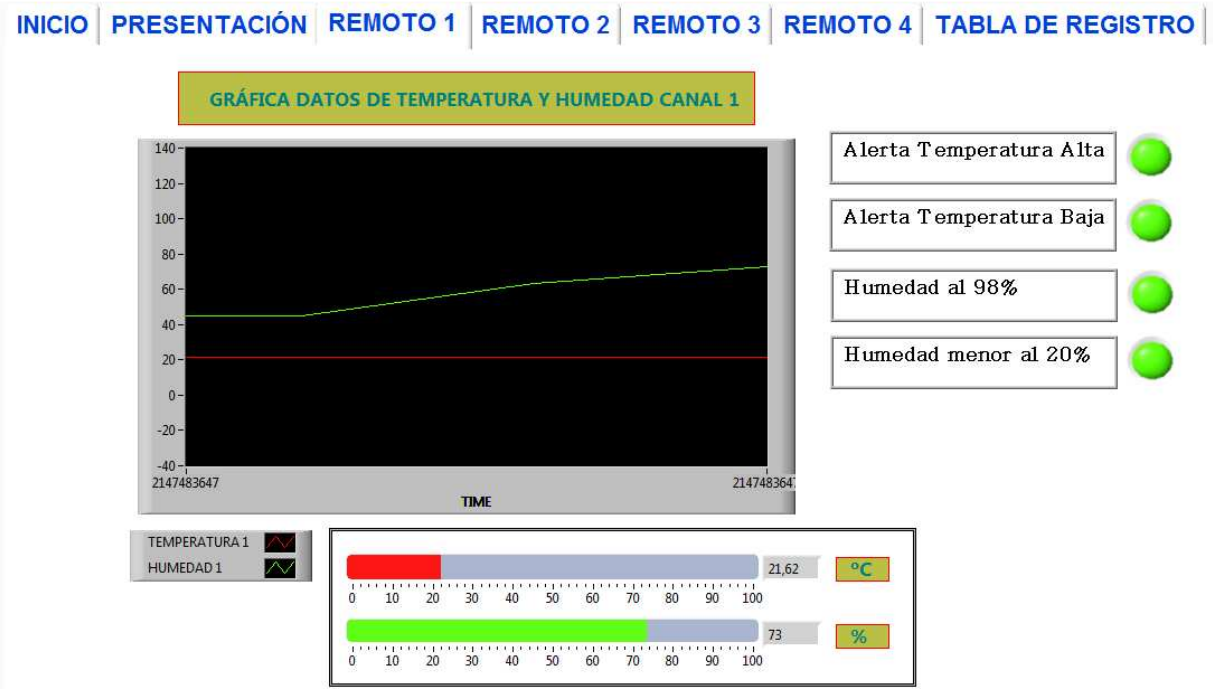

Figura 3.25 Visualización de temperatura y humedad de sensores remotos en el PC
Fuente: LabView Laboratorio INEN - Elaboración propia

3.4 Validación del sistema inalámbrico de adquisición de datos

Para la validación del sistema inalámbrico de adquisición de datos de temperatura y humedad, en relación a los requerimientos establecidos por Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN se realizaron las siguientes pruebas que se detallan a continuación:

Prueba 1: Prueba de validación de tiempo de uso de batería.

Prueba 2: Prueba de registro de datos en LabView comparando con la cámara generadora de humedad 2500 Thunder.

Prueba 3: Prueba de monitoreo de valores límites de temperatura y humedad.

3.4.1 Prueba 1.

El sistema de adquisición de datos de temperatura se alimenta con una batería de 3,7 V y una corriente de 0,9 A esta batería es de litio y sirve para alimentar al sensor inalámbrico, el receptor principal del sistema es alimentado por un adaptador que alimenta su circuitería.

Figura 3.26 Batería para el sensor remoto
Fuente: Laboratorio INEN - Elaboración propia

Para el monitoreo de una buena alimentación de energía se ha dispuesto de leds indicadores de funcionamiento del sistema.

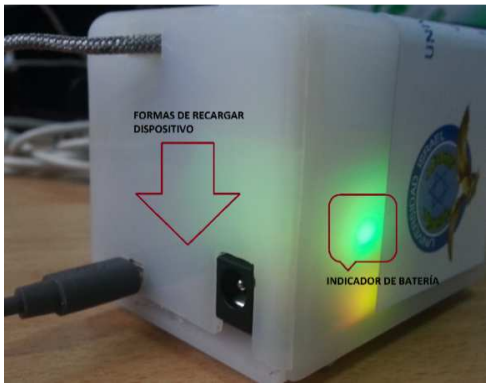

Figura 3.27 Indicador de batería
Fuente: Laboratorio INEN - Elaboración propia

Tabla 3.3 Medición de voltaje y corriente del dispositivo remoto

FECHA	HORA	VOLTAJE [V]	CORRIENTE [mA]
12/04/2014	8:00	3,67	890,1
12/04/2014	9:00	3,64	870,9
12/04/2014	10:00	3,63	870,1
12/04/2014	11:00	3,61	855,6
12/04/2014	12:00	3,59	851,1
12/04/2014	13:00	3,58	845,2
12/04/2014	14:00	3,56	843,1
12/04/2014	15:00	3,56	842,3
12/04/2014	16:00	3,55	832,9
12/04/2014	17:00	3,54	830,7
12/04/2014	18:00	3,52	827,1
12/04/2014	19:00	3,52	820,9
12/04/2014	20:00	3,51	818,5

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Prueba 2.

La prueba consiste en comparar la información del dispositivo remoto muestreada en el software LabView con los datos de la cámara de humedad Thunder 2500 como también de la exportación de los datos a un archivo de Excel cuyos resultados se presentan en la tabla 3.3.

Esta prueba permite determinar el comportamiento y exactitud del sensor de humedad en todo el rango de operación del subsistema para lo que se utilizó un generador de humedad y un sensor patrón de humedad.

El generador de humedad Thunder 2500 que utiliza el principio de dos presiones para generar atmósferas de humedad relativa asumiendo que la presión de vapor de agua es una fracción de la presión total.

Este método involucra aire saturado con vapores de agua que es introducido por el compresor en una cámara donde se reduce isotérmicamente manteniendo temperatura y presión constantes, este equipo tiene su propio sistema de control.

Figura 3.28 Sistema inalámbrico de adquisición de datos en la cámara generadora de humedad
Fuente: Laboratorio de Metrología INEN - Elaboración propia

Tabla 3.4 Comparación datos sistema remoto y cámara Thunder 2500

FECHA	HORA	TEMPERATURA REMOTO: 1	HUMEDAD REMOTO: 1	DATOS CÁMARA	TEMPERATURA CÁMARA	HUMEDAD CÁMARA
12/04/2014	16:04:57	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,50
12/04/2014	16:04:59	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,50
12/04/2014	16:05:01	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,50
12/04/2014	16:05:03	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,70
12/04/2014	16:05:05	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,70
12/04/2014	16:05:07	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,70
12/04/2014	16:05:09	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,70
12/04/2014	16:05:11	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:13	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:15	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:17	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:19	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:21	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:23	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:25	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:27	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:29	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:31	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,60
12/04/2014	16:05:33	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,70
12/04/2014	16:05:35	24,84	44,70	12/04/2014	24,49	45,70

Fuente: Laboratorio INEN - Elaboración propia

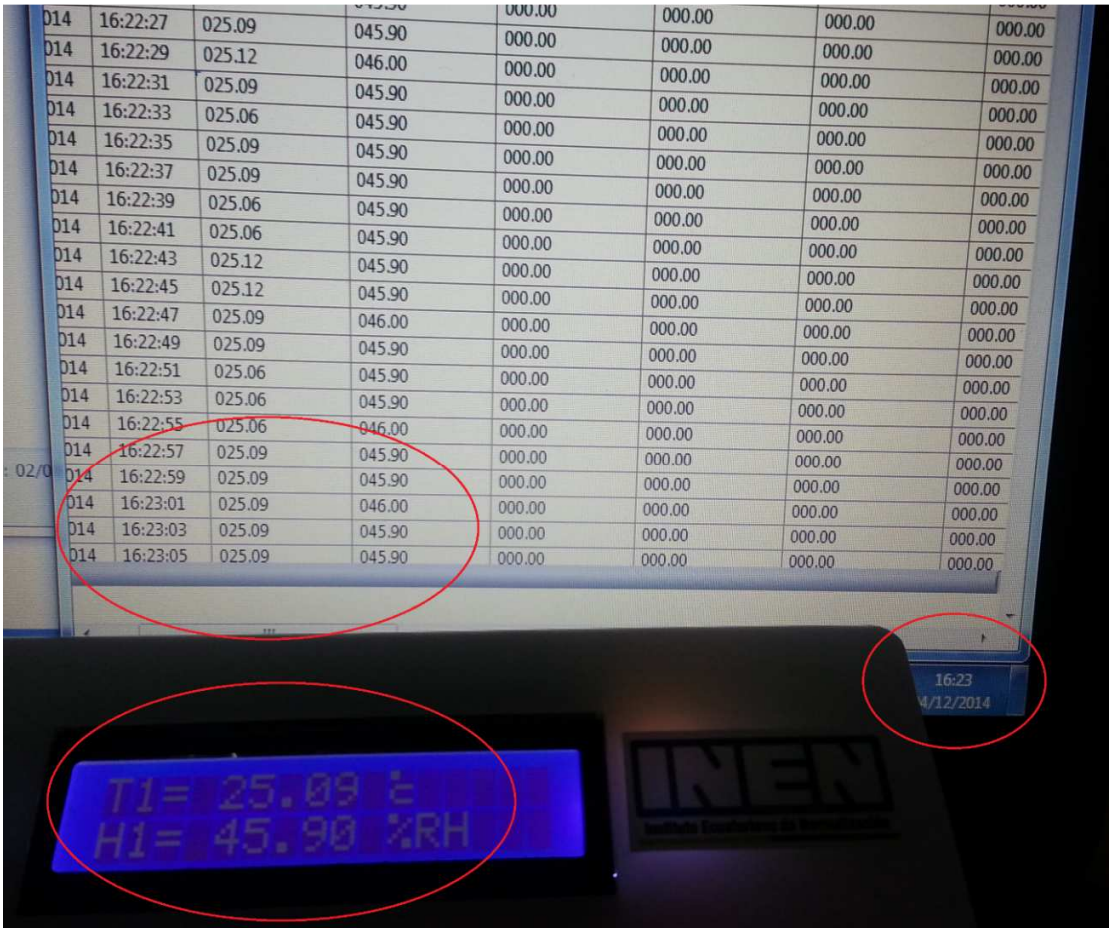

Figura 3.29 Comparación de información de equipo remoto y cámara de humedad
Fuente: Laboratorio INEN - Elaboración propia

3.4.3 Prueba 3

Como prueba para validar el funcionamiento del control de datos en las variables de temperatura y humedad se ha establecido como valores límites en el caso de temperatura menor a 20° C y humedad relativa menor a 20%HR como se muestra en la Figura 3.30; para el caso de temperatura mayor a 35℃ y humedad relativa 98% HR como indica la Figura 3.31.

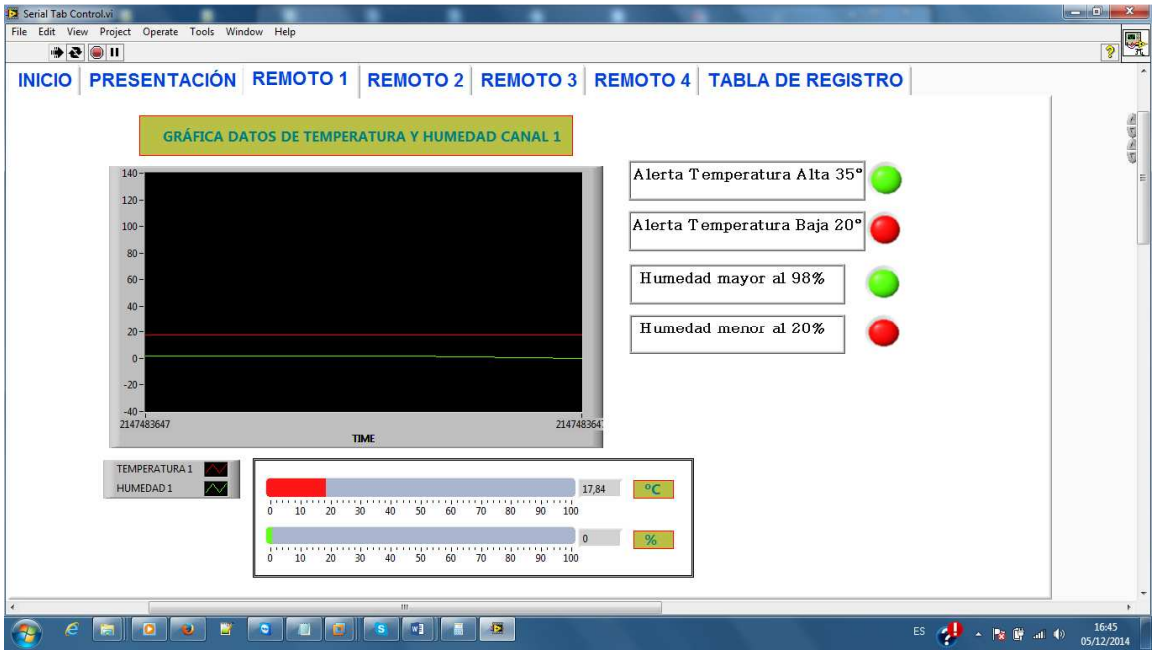

Figura 3.30 Control de baja temperatura y humedad
Fuente: Laboratorio INEN - Elaboración propia

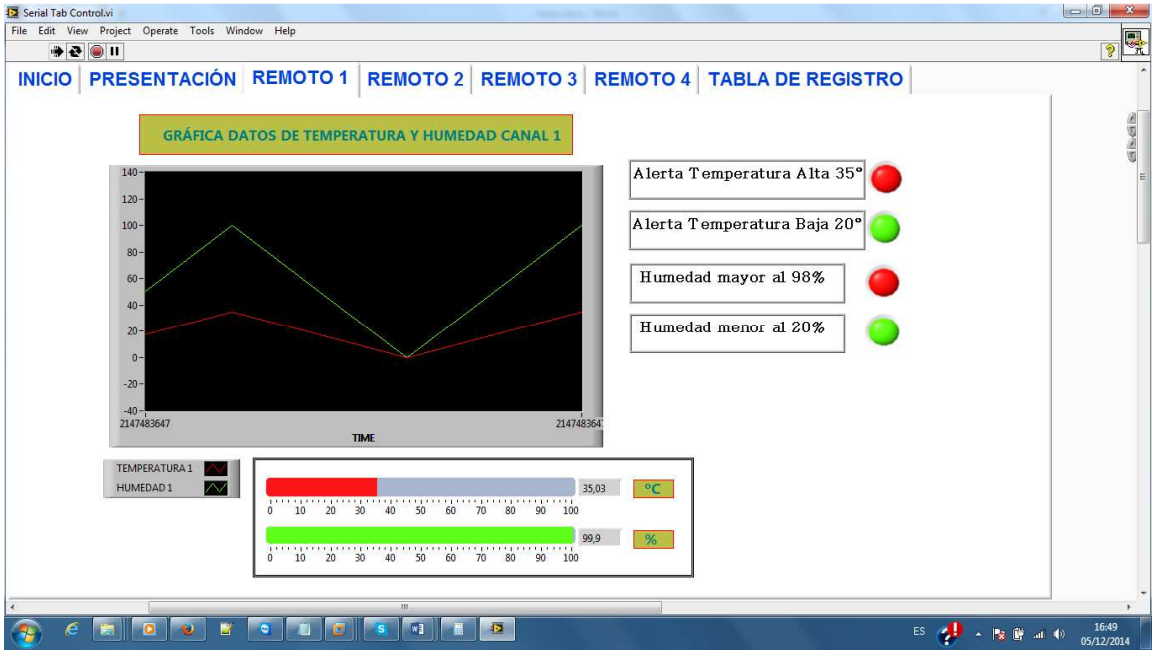

Figura 3.31 Control de valores de alta temperatura y humedad
Fuente: Laboratorio INEN - Elaboración propia

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS DEL PROYECTO

4.1 Análisis de Resultados.

4.1.1 Análisis de resultados de la Prueba 1.

El sistema de adquisición de datos de temperatura se alimenta con una batería de 3,7 V y una corriente de 0,9 A estos valores han sido monitoreados durante un periodo de 12 horas consecutivas con la medición de las variables de voltaje y corriente de los datos de la tabla 3-3.

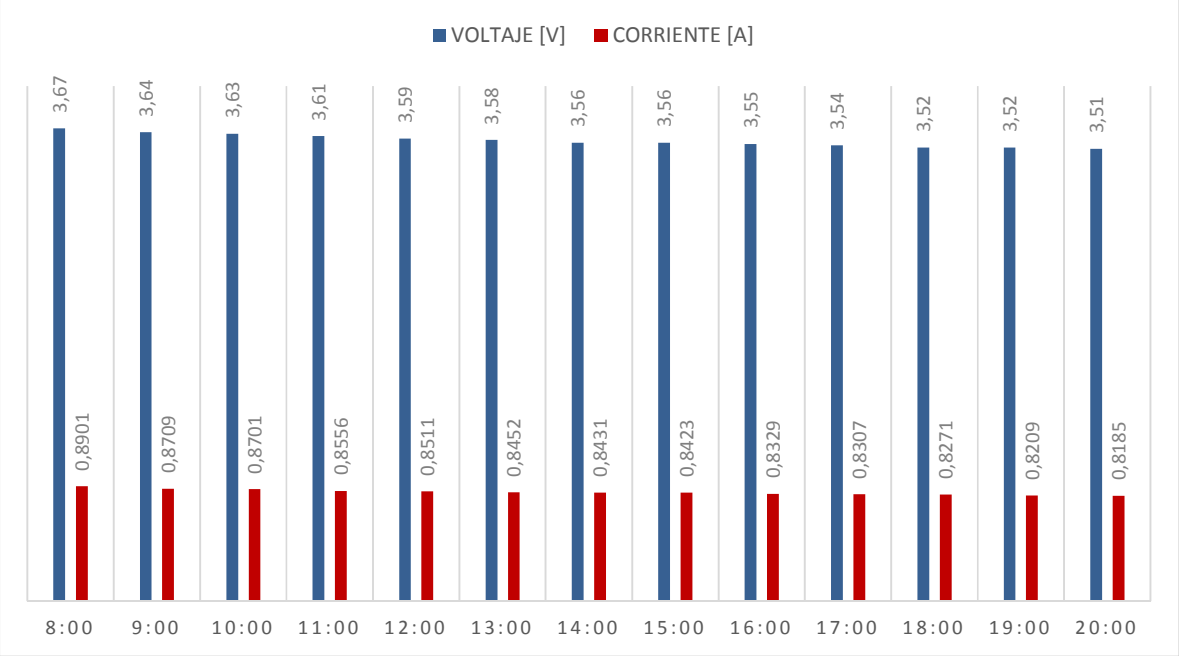

Figura 4.1 Gráfica de comportamiento del consumo de batería.
Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que el comportamiento del consumo de las baterías es bastante bajo lo que garantiza el funcionamiento normal incluso hasta tiempos de muestreo mayores a las 12 horas del tiempo de prueba como se muestra en la Figura 4.1.

4.1.2 Análisis de resultados de la Prueba 2.

La Figura 4.2 muestra una gráfica comparativa de los datos de la Tabla 3.4 tomados de la prueba 2; en los datos obtenidos de temperatura y humedad se puede apreciar similitudes en la información entre el sistema de adquisición de datos y la cámara generadora de humedad Thunder 2500.

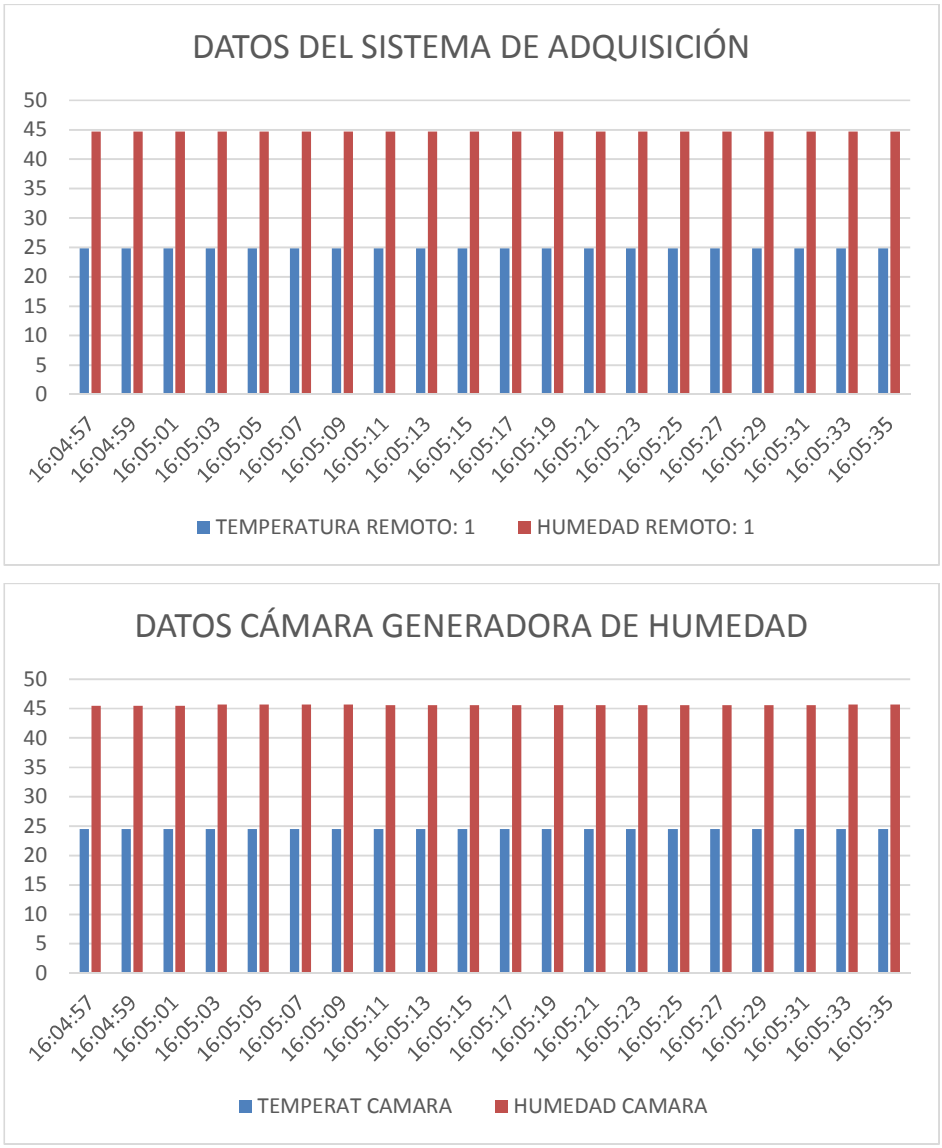

Figura 4.2 Gráficas comparativas del sistema de adquisición de datos y la cámara Thunder 2500.
Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que el sistema de adquisición de datos inalámbrico mantiene estabilidad en su comportamiento y exactitud de la información comparado con la cámara generadora de humedad, lo que garantiza el uso del sistema en los procesos de caracterización de medios isotermos del Laboratorio de Temperatura del INEN.

4.1.3 Análisis de resultados de la Prueba 3.

Se puede concluir que en las imágenes de la prueba 2 los valores establecidos para el control de las variables de temperatura y humedad, establecen cambios de estado relacionados con colores (rojo, verde), para los valores en baja y alta garantizando así el monitoreo de los valores establecidos por el Laboratorio de Temperatura.

4.2 Costos y Gastos del Sistema de adquisición de datos inalámbrico de temperatura

4.2.1 Componentes utilizados en el sistema de adquisición de datos inalámbrico de temperatura

Tabla 4.1 Lista de componentes utilizados en el sistema desarrollado

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO ($)	VALOR TOTAL ($)
DISEÑO				
1	Caja	2	25,00	50,00
2	Elementos para sellado	1	10,00	10,00
3	Mano de Obra General	1	250,00	250,00
4	Gastos extras	1	100,00	100,00
TOTAL				410,00

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Componentes Electrónicos Utilizados en el Sistema de adquisición de datos inalámbrico de temperatura

Tabla 4.2 Listado de componentes electrónicos del sistema

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO ($)	VALOR TOTAL ($)
ESTRUCTURA INTERNA				
1	A/D 3051	2	5,00	10,00
2	Microcontrolador ATMEGA16	1	20,00	20,00
3	Condensadores	20	0,30	6,00
4	Oscilador de Cristal	2	0,50	1,00
5	Diodo	10	0,25	2,50
6	Amplificador	2	2,00	4,00
7	Zócalo	10	0,25	2,50
8	Licencia de Windows 7 Pro	1	150,00	150,00
9	Resistencia de precisión	1	1,50	1,50
10	Transistor	10	0,35	3,50
11	Cargador de Baterías	1	10,00	10,00
12	Baquelita	1	5,00	5,00
13	Cloruro Férrico	4	0,50	2,00
14	Lámina de Termo-transferencia	1	1,00	1,00
15	Brocas	3	1,50	4,50
16	Modulos LM1000	2	90,00	180,00
17	Suelda de Estaño	1	2,00	2,00
18	Pomada para Soldar	1	1,00	1,00
19	Cautín	1	10,00	10,00
20	Sensor Humedad	1	3,00	3,00
21	Sensor RTD100	1	200,00	200,00
22	Tarjeta de almacenamiento	1	100,00	100,00
23	Laptop	1	1000,00	1000,00
TOTAL				1719,50

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Listado de activos fijos utilizados en el sistema de adquisición de datos de temperatura

Tabla 4.3 Listado de activos fijos utilizados

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO ($)	VALOR TOTAL ($)
1	Computador Core2 dúo	1	700,00	700,00
2	Impresora Láser	1	260,00	260,00
3	Multímetro Fluke	1	250,00	250,00
4	Quemador de Microcontroladores	1	35,00	35,00
5	Pistola de Silicón	1	10,00	10,00
6	Kit de Pinzas para cable	1	10,00	10,00
7	Kit de Desarmadores	1	15,00	15,00
8	Estiletes	1	2,50	2,50
TOTAL				1282,50

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Otros Costos de Inversión

Tabla 4.4 Otros costos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO ($)	VALOR TOTAL ($)
1	Laboratorio	1	1000,00	1000,00
2	Papelería	1	150,00	150,00
3	Movilización	1	180,00	180,00
TOTAL				1330,00

Fuente: Elaboración propia

INVERSIÓN TOTAL = Total Componentes Ciclísticos **+** Total Componentes Electrónicos **+** Total Activos Fijos **+** Total Otros Costos de Inversión.

Inversión Total = 410,00 + 1719,50 + 1282,50+ 1330,00

Inversión Total = $ 4712,00

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se logró diseñar e implementar un sistema de adquisición de datos en base al procedimiento de caracterización de medios isotermos que usa el Laboratorio de Temperatura del INEN.
- Se logró diseñar y desarrollar un software y una interfaz que ha permitido descargar la información para el monitoreo de los datos de temperatura y humedad permitiendo llevar un registro estadístico de los datos interesados.
- Se ha logrado implementar la tecnología inalámbrica de manera eficiente lo que ha permitido cumplir con los requerimientos establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Se mejoraron los métodos para realizar caracterizaciones en el laboratorio de Temperatura del INEN debido a la accesibilidad que permite el equipo remoto obteniendo datos útiles para los técnicos de laboratorio.
- Una vez realizado el diseño y la implementación del sistema se obtuvo cada uno de los datos de interés para el laboratorio con una muy buena exactitud.
- Se logró implementar un sistema de adquisición de datos de bajo costo permitiendo la fiabilidad para reproducir este sistema para el resto de laboratorios del INEN.

5.2 Recomendaciones

- Para la ubicación de los sensores remotos tomar en cuenta la experiencia de los técnicos de laboratorio para un muestreo de las señales de forma adecuada.

- Realizar una inspección visual para mantener un chequeo constante del hardware del sistema controlando que no exista cambios en las condiciones iniciales de sus componentes.
- Mantener distancias adecuadas entre el sensor remoto y el receptor para garantizar que no existan pérdidas en la transmisión de datos.
- Controlar que el sistema de adquisición de datos de temperatura no trabaje en condiciones que sobrepasen a los niveles de temperatura y humedad requeridos para este proyecto.
- Antes de un proceso de caracterización tomar en cuenta que las baterías del dispositivo remoto estén cargadas.
- Realizar un adecuado mantenimiento de todo el sistema de acuerdo a una programación establecida.

TRABAJOS CITADOS

AENOR Internacional. (2014). Catálogo de cursos. *AENOR Internacional*, 123.

Arduino. (2014). *Arduino*. Recuperado el MAYO de 2014, de http://www.arduino.cc/

Arduino. (2014). *Arduino*. Recuperado el 3 de Junio de 2014, de http://arduino.cc/es/Reference/serial

Arduino. (2014). *Arduino*. Recuperado el 30 de Maryo de 2014, de http://arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystal

Arduino, T. (28 de Diciembre de 2013). *Taller Arduino*. Recuperado el 2014, de http://tallerarduino.com/tag/teclado/

Asociados, Metas & Metrólogos. (1 de agosto de 2005). *METAS.* Obtenido de www.metas.com.mx: http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-05-08-carac-sist-term.pdf

Departamento de Ingeniería Electrónica, Juan Manuel CruzDomínguez. (01 de 01 de 2014). *http://www.uhu.es.* Obtenido de http://www.uhu.es: http://www.uhu.es/diego.lopez/ICI/Transductores%20de%20nivel.pdf

Digital Micro Devices, Bascon. (01 de 10 de 2014). *Bascon*. Obtenido de http://www.dmd.es/bascom-a.htm

Eduteka, duteka. (08 de 05 de 2014). *Eduteka*. Obtenido de Eduteka: http://www.eduteka.org/RecoleccionDatos2.php

Electrónica. (01 de 01 de 2014). *http://electronica.com.ve.* Obtenido de http://electronica.com.ve: http://electronica.com.ve

Entidad Nacional de Acreditación de España. (18 de octubre de 2013). *ENAC.* Obtenido de http://www.enac.es: https://www.enac.es/documents/7020/635abf3f-262a-4b3b-952f-10336cdfae9e

ESPOL, Proyectos. (01 de 10 de 2014). *ESPOL PROYECTOS*. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20966/1/Articulo_CONTROL%20DE%20ASCENSOR%20CON%20LABVIEW.pdf

Físico René Chanchay, INEN. (21 de 03 de 2011). *METROLOGÍA*. Obtenido de METROLOGÍA: https://sites.google.com/site/inenmetrologia/laboratoriodetemperatura

Free BSD; Jason Bacon. (01 de 01 de 2014). *ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/doc/.* Obtenido de ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/doc/.: docs.freebsd.org/doc/7.1-RELEASE/usr/share/doc/es/articles/zip-drive/article.html

Geocities. (01 de 01 de 2014). *Geocities.com*. Recuperado el 2014, de Geocities.com: http://www.geocities.com/alejandro_alonso/pagina_nueva_1.htm

Huelva, U. d. (01 de 01 de 2014). *Aportaciones a la instrumentación en la optimización de sistemas basados en energía solar.* Obtenido de http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/2951/b15613653.pdf?sequence=1

Informática Moderna. (01 de 01 de 2008). *www.informaticamoderna.com.* Obtenido de www.informaticamoderna.com: http://www.informaticamoderna.com/Memoria_ROM.htm#def

Informática Moderna. (01 de 01 de 2014). *www.informaticamoderna.com*. Obtenido de www.informaticamoderna.com: www.informaticamoderna.com/Memorias_USB.htm

Ing. Fabricio Villacis. (2014). MICRONTROLADORES. En I. F. Villacis, *MICRONTROLADORES.* Quito.

INHAOS, I. T. (01 de 01 de 2014). INHAOS U-MLC-1000-V10. *INHAOS TECHNOLOGY*, 1-2. Obtenido de INHAOS: www.inhaos.com/uploadfile/otherpic/UM-LC-1000-V10-EN.pdf

Jordi Mayne, MAYNEPONENCIA. (01 de 01 de 2003). *MAYNEPONENCIA*. Obtenido de MAYNEPONENCIA: http://www.jcee.upc.edu/JCEE2002/MAYNEPONENCIA.pdf

Kioskea Net. (01 de 01 de 2014). *es.kioskea.net*. Obtenido de es.kioskea.net: http://es.kioskea.net/contents/688-transmision-de-datos-modos-de-transmision

Kioskea, Kioskea. (01 de 0101 de 2014). *kioskea.com*. Obtenido de kioskea.com: http://es.kioskea.net/contents/688-transmision-de-datos-modos-de-transmision

Long, L. L. (1999). *Introducción a las computadoras y a los sistemas de información.* México: Editorial Progreso, S.A.

Mailxmail, Mailxmail. (01 de 01 de 2014). *MailxMail*. Obtenido de MailxMail: http://www.mailxmail.com/curso-redes-transmicion-datos-1/transmision-inalambrica-microondas-infrarrojos

MasAdelante. (01 de 01 de 1999). *www.masadelante.com*. Obtenido de www.masadelante.com/faqs/software-hardware: www.masadelante.com/faqs/software-hardware

Master Magazine. (01 de 01 de 2014). *www.mastermagazine.info*. Obtenido de www.mastermagazine.info: www.mastermagazine.info/termino/4672.php

Maxim Integrated. (01 de 01 de 2014). *http://www.maximintegrated.com.* Obtenido de http://www.maximintegrated.com: http://www.maximintegrated.com

Metrología, C. E. (1 de septiembre de 2008). *CEM.* Obtenido de www.cem.es: http://www.cem.es/sites/default/files/gum20digital1202010.pdf

Metrología, C. E. (1 de Septiempre de 2008). *Evaluación de datos de medición "Guía para el expresión de la Incertidumbre de Medida".* Obtenido de cem.ec: http://www.cem.es/sites/default/files/gum20digital1202010.pdf

Norton, P. (2006). *Introducción a la Computación.* México: Mc Graw Hill.

Rebollo Pedruelo, M. (01 de 01 de 2014). *Dispositivos de Almacenamiento.* Obtenido de http://riunet.upv.es: http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13706/Dispositivos_de_almacenamiento.pdf?sequence=1

RED TERCER MILENIO S.C. (2012). Arquitectura de computadores I. En J. B. Gómez, *Arquitectura de computadores I* (pág. 01). Tlalnepantla, C.P. 54080, Estado de México.: RED TERCER MILENIO S.C.

Tecnológico de Monterrey, ITESM. (01 de 10 de 2014). *Tecnológico de Monterrey*. Obtenido de Tecnológico de Monterrey: http://webdiee.cem.itesm.mx/web/servicios/archivo/trabajos/comunicaciones/ask/introduccion.html

William Stallings, P. (1995). *Organización y Arquitectura de Computadoras.* México, D.F.: Noriega Editores.

BIBLIOGRAFÍA

AENOR Internacional. (2014). Catálogo de cursos. *AENOR Internacional*, 123.

Arduino. (2014). *Arduino*. Recuperado el MAYO de 2014, de http://www.arduino.cc/

Arduino. (2014). *Arduino*. Recuperado el 3 de Junio de 2014, de http://arduino.cc/es/Reference/serial

Arduino. (2014). *Arduino*. Recuperado el 30 de Maryo de 2014, de http://arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystal

Arduino, T. (28 de Diciembre de 2013). *Taller Arduino*. Recuperado el 2014, de http://tallerarduino.com/tag/teclado/

Asociados, Metas & Metrólogos. (1 de agosto de 2005). *METAS.* Obtenido de www.metas.com.mx: http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-05-08-carac-sist-term.pdf

Departamento de Ingeniería Electrónica, Juan Manuel CruzDomínguez. (01 de 01 de 2014). *http://www.uhu.es.* Obtenido de http://www.uhu.es: http://www.uhu.es/diego.lopez/ICI/Transductores%20de%20nivel.pdf

Digital Micro Devices, Bascon. (01 de 10 de 2014). *Bascon*. Obtenido de http://www.dmd.es/bascom-a.htm

Eduteka, duteka. (08 de 05 de 2014). *Eduteka*. Obtenido de Eduteka: http://www.eduteka.org/RecoleccionDatos2.php

Electrónica. (01 de 01 de 2014). *http://electronica.com.ve.* Obtenido de http://electronica.com.ve: http://electronica.com.ve

Entidad Nacional de Acreditación de España. (18 de octubre de 2013). *ENAC.* Obtenido de http://www.enac.es: https://www.enac.es/documents/7020/635abf3f-262a-4b3b-952f-10336cdfae9e

ESPOL, Proyectos. (01 de 10 de 2014). *ESPOL PROYECTOS*. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/20966/1/Articulo_CONTROL%20DE%20ASCENSOR%20CON%20LABVIEW.pdf

Físico René Chanchay, INEN. (21 de 03 de 2011). *METROLOGÍA*. Obtenido de METROLOGÍA: https://sites.google.com/site/inenmetrologia/laboratoriodetemperatura

Free BSD; Jason Bacon. (01 de 01 de 2014). *ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/doc/.* Obtenido de ftp://ftp.FreeBSD.org/pub/FreeBSD/doc/.: docs.freebsd.org/doc/7.1-RELEASE/usr/share/doc/es/articles/zip-drive/article.html

Geocities. (01 de 01 de 2014). *Geocities.com*. Recuperado el 2014, de Geocities.com: http://www.geocities.com/alejandro_alonso/pagina_nueva_1.htm

Huelva, U. d. (01 de 01 de 2014). *Aportaciones a la instrumentación en la optimización de sistemas basados en energía solar.* Obtenido de http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/2951/b15613653.pdf?sequence=1

Informática Moderna. (01 de 01 de 2008). *www.informaticamoderna.com.* Obtenido de www.informaticamoderna.com: http://www.informaticamoderna.com/Memoria_ROM.htm#def

Informática Moderna. (01 de 01 de 2014). *www.informaticamoderna.com*. Obtenido de www.informaticamoderna.com: www.informaticamoderna.com/Memorias_USB.htm

Ing. Fabricio Villacis. (2014). MICRONTROLADORES. En I. F. Villacis, *MICRONTROLADORES.* Quito.

INHAOS, I. T. (01 de 01 de 2014). INHAOS U-MLC-1000-V10. *INHAOS TECHNOLOGY*, 1-2. Obtenido de INHAOS: www.inhaos.com/uploadfile/otherpic/UM-LC-1000-V10-EN.pdf

Jordi Mayne, MAYNEPONENCIA. (01 de 01 de 2003). *MAYNEPONENCIA*. Obtenido de MAYNEPONENCIA: http://www.jcee.upc.edu/JCEE2002/MAYNEPONENCIA.pdf

Kioskea Net. (01 de 01 de 2014). *es.kioskea.net*. Obtenido de es.kioskea.net: http://es.kioskea.net/contents/688-transmision-de-datos-modos-de-transmision

Kioskea, Kioskea. (01 de 0101 de 2014). *kioskea.com*. Obtenido de kioskea.com: http://es.kioskea.net/contents/688-transmision-de-datos-modos-de-transmision

Long, L. L. (1999). *Introducción a las computadoras y a los sistemas de información.* México: Editorial Progreso, S.A.

Mailxmail, Mailxmail. (01 de 01 de 2014). *MailxMail*. Obtenido de MailxMail: http://www.mailxmail.com/curso-redes-transmicion-datos-1/transmision-inalambrica-microondas-infrarrojos

MasAdelante. (01 de 01 de 1999). *www.masadelante.com*. Obtenido de www.masadelante.com/faqs/software-hardware: www.masadelante.com/faqs/software-hardware

Master Magazine. (01 de 01 de 2014). *www.mastermagazine.info*. Obtenido de www.mastermagazine.info: www.mastermagazine.info/termino/4672.php

Maxim Integrated. (01 de 01 de 2014). *http://www.maximintegrated.com.* Obtenido de http://www.maximintegrated.com: http://www.maximintegrated.com

Metrología, C. E. (1 de septiembre de 2008). *CEM.* Obtenido de www.cem.es: http://www.cem.es/sites/default/files/gum20digital1202010.pdf

Metrología, C. E. (1 de Septiempre de 2008). *Evaluación de datos de medición "Guía para el expresión de la Incertidumbre de Medida".* Obtenido de cem.ec: http://www.cem.es/sites/default/files/gum20digital1202010.pdf

Norton, P. (2006). *Introducción a la Computación.* México: Mc Graw Hill.

Rebollo Pedruelo, M. (01 de 01 de 2014). *Dispositivos de Almacenamiento.* Obtenido de http://riunet.upv.es: http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13706/Dispositivos_de_almacenamiento.pdf?sequence=1

RED TERCER MILENIO S.C. (2012). Arquitectura de computadores I. En J. B. Gómez, *Arquitectura de computadores I* (pág. 01). Tlalnepantla, C.P. 54080, Estado de México.: RED TERCER MILENIO S.C.

Tecnológico de Monterrey, ITESM. (01 de 10 de 2014). *Tecnológico de Monterrey*. Obtenido de Tecnológico de Monterrey: http://webdiee.cem.itesm.mx/web/servicios/archivo/trabajos/comunicaciones/ask/introduccion.html

William Stallings, P. (1995). *Organización y Arquitectura de Computadoras.* México, D.F.: Noriega Editores.