



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA
PORTÁTIL MEDIANTE DRONE PARA LA FACULTAD DE
CIENCIAS-ESPOCH”**

Trabajo de Titulación presentado para optar al Grado Académico de
**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

**AUTORES: CHUGÑAY CARGUA DAYSY MAGALY
MOROCHO SHINKIKIAT MARCELO JAVIER
TUTOR: ING. PAÚL ROMERO R.**

Riobamba – Ecuador

2015

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de Titulación: “Implementación de una estación meteorológica portátil mediante Drone para la Facultad de Ciencias-ESPOCH”, de responsabilidad de los señores Chugñay Cargua Daysy Magaly y Morocho Shinkikiat Marcelo Javier, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros de Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Gonzalo Samaniego.		
DECANO DE LA FIE
Ing. Alberto Arellano		
DIRECTOR DE LA EIE - CRI
Ing. Paúl Romero R.		
DIRECTOR DEL TABAJO DE TITULACIÓN
Ing. Luis Miguel Sánchez		
MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Ing. Gonzalo Samaniego Erazo Ph.D		
MIEMBRO DEL TRIBUNAL
NOTA	

Nosotros, Daysy Magaly Chugñay Cargua y Marcelo Javier Morocho Shinkikiat somos los responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

.....

Daysy Magaly Chugñay Cargua

.....

Marcelo Javier Morocho Shinkikiat

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer de una forma muy fraterna al Ing. Paúl Romero Riera, Director de Tesis por habernos brindado su apoyo total desde un inicio y darnos las directrices para el culminamiento de nuestra carrera, así también al Ing. Miguel Sánchez, Miembro del Tribunal por guiarnos y apoyarnos siempre. A todos los docentes de la EIE-CRI quienes nos han dado todos sus conocimientos en el proceso de formarnos como profesionales y así mismo por brindarnos su amistad, un consejo que nos han servido para bien.

Agradecemos a Dios quien nos ha dado sabiduría, inteligencia y permitirnos alcanzar todas estas bendiciones que tiene para nosotros. A nuestras familias Chugñay Cargua, Morocho Shinkikiat quienes nos han dado todo su apoyo y han estado con nosotros siempre en todo momento.

DEDICATORIA

Todo lo que he alcanzado y logrado bajo el esfuerzo diario de mis padres Marcelo Chugñay, Olga Cargua se los dedico quienes han sido mi motor y quienes me han enseñado a no rendirme ante ninguna dificultad, darme esas palabras de aliento “dale hija tu si puedes” que me han llenado de valor, fuerzas y ser cada día una persona humilde. A mis hermanos Fabián, Manfredy, quienes han estado conmigo siempre apoyándome en todo con paciencia, me han guiado en el proceso del desarrollo de la tesis, así también estuvieron a mi lado en toda mi formación académica, y me han enseñado a perseverar, luchar para alcanzar las metas y sueños. A mis hermanas Angélica, Vanesa y a mí querida Danita por estar ahí apoyándome siempre, y ser un motivo más para seguir alcanzando mis metas.

Daysy

La presente Tesis dedico primeramente a mis Padres Cesar Morocho y Carmen Shinkikiat que con su apoyo incondicional han logrado forjar en vida la perseverancia, amor y respeto en cuanto a cada cosa que se realiza en el transcurso de esta vida y gracias a cada detalle de la forma de ser de ellos puedo culminar un peldaño importante en mi área académica, también a Dios ya que por medio de mi padres puedo sentir su amor. También quiero dedicar a mis dos Hermanos Kevin y Alex pues son mi motor a seguir adelante ya que por medio de esto forjo a ustedes seguir adelante también con cada de sus sueños. Y finalmente a todas las personas que pudieron ser parte de este sueño cumplido en transcurso de este tiempo. Todo este sueño, tiempo esfuerzo se la dedico con todo el cariño a ustedes.

Marcelo

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos	4
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
2.1 Meteorología	6
2.2 Variables Meteorológicas.....	7
2.3 Instrumentos de Medición.....	9
2.4 Módulos de comunicación	11
2.5 DRONE	14
2.6 Tipos de VANT y sus características	17
2.7 Análisis comparativo de los vehículos aéreos no tripulados.....	21
2.8 Manual de funcionamiento del Drone adquirido.....	23
2.9 Uso de Drones bajo normativas	29
2.10 ARDUINO	30
2.11 LABVIEW	45
CAPITULO III.....	61
3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	61
3.1 Calibración de sensores.....	61
3.2 Transmisión de Datos.....	63

3.3	Recepción de Datos.....	64
3.4	Almacenamiento de Datos	65
3.5	Código de Programa en Arduino.....	66
3.6	Entorno Gráfico en LabVIEW	71
CAPÍTULO IV.....		76
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
4.2	Lectura de Datos	80
4.3	Pruebas	81
4.4	Recolección y Comparación de los datos de la estación fija y portátil.	83
4.5	Corrección de Errores y Ajustes.....	92
4.6	Ventajas.....	93
4.7	Desventajas	94
CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		96
BIBLIOGRAFIA		

TABLA DE FIGURAS

Figura. 1-2:	Sensor de velocidad de viento MS4525DO	9
Figura. 2-2:	Sensor de temperatura y humedad AOSONG AM2302	10
Figura. 3-2:	Sensor de Presión Atmosférica,	11
Figura. 4-2:	Módulo Xbee	11
Figura. 5-2:	Shield USB.....	13
Figura. 6-2:	Avión Biplano Estándar E-1	14
Figura. 7-2:	Hidroavión Fairey IIIIF	15
Figura. 8-2:	Avión Bombardero T2D2	16
Figura. 9-2:	VANT Y6 DIY	17
Figura. 10-2:	3DR X8-M	18
Figura. 11-2:	DJI PHANTOM 1	19
Figura. 12-2:	DJI INSPIRE 1	20
Figura. 13-2:	Drone a campo abierto	23
Figura. 14-2:	Batería del control cargada	23
Figura. 15-2:	Control de manejo en Modo Loiter	23
Figura. 16-2:	Verificación que el Drone se.....	24
Figura. 17-2:	Ajuste de los parámetros de vuelo en el software Mission Planner	24
Figura. 18-2:	Radio de Telemetría.....	24
Figura. 19-2:	Conexión del Software MP con el radio control para manejo del Drone.	25
Figura. 20-2:	Verificación de los parámetros en MP	25
Figura. 21-2:	Conexión del sistema del Drone	26
Figura. 22-2:	Encendiendo el Drone.....	26
Figura. 23-2:	Elevación del Drone.....	27
Figura. 24-2:	Movimiento del Drone hacia delante.	27
Figura. 25-2:	Movimiento del Drone hacia atrás.	27
Figura. 26-2:	Movimiento del Drone a la derecha.	27

Figura. 27-2:	Movimiento adelante, atrás, derecha,.....	28
Figura. 28-2:	Giro del Drone hacia la derecha.....	28
Figura. 29-2:	Giro del Drone hacia la izquierda.	28
Figura. 30-2:	Descenso del Drone	29
Figura. 31-2:	Modo de apagar el Drone.....	29
Figura. 32-2:	Arduino Mega.	32
Figura. 33-2:	Esquema de los pines Arduino Mega.....	34
Figura. 34-2:	Arduino Pro.....	34
Figura. 35-2:	Esquema de los pines del Arduino Pro.	35
Figura. 36-2:	Arduino Uno	36
Figura. 37-2:	Esquema de pines Arduino Uno.....	37
Figura. 38-2:	Arduino Nano.....	37
Figura. 39-2:	Esquema de los pines del Arduino Nano	38
Figura. 40-2:	Boceto de programación para Arduino.	39
Figura. 41-2:	Despliegue del ícono Archivo.....	39
Figura. 42-2:	Ícono Editar.....	40
Figura. 43-2:	Ícono Programar.....	41
Figura. 44-2:	Ícono de Herramientas.	41
Figura. 45-2:	Esquema de herramientas del Software Arduino.	42
Figura. 46-2:	Programa LabVIEW	45
Figura. 47-2:	Barra de Herramientas de LabVIEW	46
Figura. 48-2:	Panel Frontal LabVIEW.	47
Figura. 49-2:	Diagrama de Bloques LabVIEW.	48
Figura. 50-2:	Panel de Control LabVIEW.....	49
Figura. 51-2:	Diagrama de Bloques LabVIEW.	49
Figura. 52-2:	Estructura del Diagrama de Bloques.....	50
Figura. 53-2:	Paleta de Herramientas.	50
Figura. 54-2:	Paleta de Controles.	52

Figura. 55-2:	Paleta de Funciones.....	53
Figura. 56-2:	Estructuras de Programación.	54
Figura. 57-2:	Estructura Case.	55
Figura. 58-2:	Partes de la estructura Case.....	55
Figura. 59-2:	Estructura Sequence.....	56
Figura. 60-2:	Estructura For Loop.	56
Figura. 61-2:	Secuencia de configuración de For Loop.....	57
Figura. 62-2:	Configuración para guardar memorias.....	57
Figura. 63-2:	Estructura While Loop.....	58
Figura. 64-2:	Tipos de Datos en LabVIEW.	59
Figura. 65-3:	Esquema del circuito integrado del sensor digital MS4525DO.	61
Figura. 66-3:	Diagrama del circuito integrado del sensor BMP180.	62
Figura. 67-3:	Esquema del Circuito integrado del sensor AM2302 o DHT22.	63
Figura. 68-3:	Código para la trama de datos de Arduino.....	64
Figura. 69-3:	Visualización de la trama de Datos.	64
Figura. 70-3:	Visualización de la trama de datos en la plataforma de LabVIEW.	65
Figura. 71-3:	Visualización en el entorno de LabVIEW el almacenamiento de datos.	65
Figura. 72-3:	Entorno principal de LabVIEW.	72
Figura. 73-3:	Visualización de la recepción de la trama de datos en LabVIEW.	72
Figura. 74-3:	Visualización de la trama en el Bloque de Diagramas en LabVIEW.	73
Figura. 75-3:	Desfragmentación de la trama de cada uno de los datos.....	73
Figura. 76-3:	Visualización de las variables en forma gráfica y numérica.....	74
Figura. 77-3:	Adquisición de datos del sensor de velocidad y aplicación de fórmulas.	74
Figura. 78-3:	Visualización de la conversión de unidades en el Panel Frontal.	75
Figura. 79-3:	Conversión de unidades en el Diagrama de Bloques.	75
Figura. 80-4:	Circuito Esquemático de los sensores.....	76
Figura. 81-4:	Circuito impresión PCB.....	77
Figura. 82-4:	Proceso para la obtención de la PCB	77

Figura. 83-4:	Etapa de regulación y filtros.	78
Figura. 84-4:	Sensores atmosféricos y módulo de transmisión acondicionados a la PCB. ..	78
Figura. 85-4:	Placa de sensores incorporada en la parte superior del Drone.	79
Figura. 86-4:	Implementación del sensor de velocidad del viento en la partes	79
Figura. 87-4:	Acondicionamiento del módulo Emisor en la parte inferior del Drone.	79
Figura. 88-4:	Drone acoplado con la estación meteorológica portátil.	80
Figura. 89-4:	Comunicación I2C de sensores BMP180 Y MS4525DO.	80
Figura. 90-4:	Diagrama de conexión del DHT22.	80
Figura. 91-4:	Pruebas realizadas en la ESPOCH.	81
Figura. 92-4:	Punto inicial del control de la estación portátil.	81
Figura. 93-4:	Elevación del Drone meteorológico.	82
Figura. 94-4:	Elevación exitosa a 100 metros.	82
Figura. 95-4:	Alcance del Drone a 100m.	82
Figura. 96-4:	Adquisición de datos y control exitoso del Drone	83
Figura. 97-4:	Porcentaje de datos fiables y no similares de la Temperatura.	87
Figura. 98-4:	Porcentaje de los datos fiables de la Humedad.	88
Figura. 99-4:	Porcentaje de los datos de BMP180.	89
Figura. 100-4:	Porcentaje de los datos del sensor MS4525DO	90
Figura. 101-4:	Porcentaje total de las variables	91
Figura. 102-4:	Corrección de la PCB.	92
Figura. 103-4:	Corrección de la ubicación de los módulos Xbee.	93

ÍNDICE DE LAS TABLAS

Tabla. 1-2:	Escala Meteorológica de la Velocidad del viento.	9
Tabla. 2-2:	Características principales de los vehículos Aéreos no tripulados.	21
Tabla. 3-2:	Análisis comparativo entre el Y6 DIY y el 3DR X8-M.....	22
Tabla. 4-4:	Datos meteorológicos de la Facultad de Ciencias-ESPOCH.....	84
Tabla. 5-4:	Datos censados por el Drone en la Facultad de Ciencias-ESPOCH.....	85
Tabla. 6-4:	Datos meteorológicos del Drone en promedio para la validación.	86
Tabla. 7-4:	Tabla de Datos del sensor de Temperatura.....	87
Tabla. 8-4:	Análisis de resultados en porcentaje de la Temperatura.....	87
Tabla. 9-4:	Tabla de datos del sensor de Humedad.	88
Tabla. 10-4:	Análisis de resultados en porcentaje de la Humedad.....	88
Tabla. 11-4:	Tabla de Datos del sensor de Presión Atmosférica	89
Tabla. 12-4:	Análisis de los datos de la Presión Atmosférica.....	89
Tabla. 13-4:	Tabla de datos del sensor de Velocidad del Viento.....	90
Tabla. 14-4:	Análisis de los datos de Velocidad del viento.	90
Tabla. 15-4:	Porcentaje total del Análisis de los datos Fiables de las variables.	91
Tabla. 16-4:	Porcentaje total del análisis de los datos no similares de las variables.....	91
Tabla. 17-4:	Análisis global de la validación de datos de la estación fija y portátil.	92

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue implementar una estación meteorológica portátil mediante un Drone para la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Se requirió tomar datos a mayor altura y en diferentes lugares estratégicos sin construir una estación fija, a través de sensores electrónicos se pudo medir variables meteorológicas como los de la estación propia y pequeños nanocircuitos que puedan realizar la misma medición. Se comparó sus características como estabilidad, seguridad y costos, conforme a esto se escogió al Drone DIY Y6. Para el sensado de cada variable meteorológica se contó con tres tipos de sensores que son: humedad, temperatura, presión atmosférica y velocidad del viento, estos se comunican con el Arduino Mega, este conjunto de sensores y tarjeta Arduino se lo adhiere la comunicación por radio frecuencia con módulos Xbee y a todo este conjunto se lo implementa en el Drone siendo la tarjeta total el emisor. Estos datos son adquiridos por otro módulo Xbee conFigurado como receptor, se conecta serialmente hacia un computador para el tratamiento y visualización de los datos receptados por medio de una interfaz. La visualización y el tratamiento de datos desde el Drone se lo realizó por medio del software LABVIEW. En los resultados se obtuvo el 91.25% como datos fiables y un 8,75% como datos no similares de muestra a muestra, se generó un error pequeño por los decimales, siendo el 0% en la variable de temperatura y humedad, en la presión atmosférica 0.018% y el 0.036% en velocidad del viento. Se concluye que a través de tarjetas de hardware libre Arduino a un costo bajo se puede realizar un control de alto rendimiento como una torre meteorológica fija obteniendo un Drone que se acoge a las características para este tipo de misiones. Se recomienda que este Drone meteorológico no vuele en tormentas eléctricas y lluvias, para una buena comunicación de GPS.

PALABRAS CLAVES: <DRONE METEREOLÓGICO>, <FACULTAD DE CIENCIAS-ESPOCH>, <SENSORES METEOROLÓGICOS>, <DRONE DIY Y6>, <ESTACIÓN PORTATIL>, <TRAMA DE DATOS>, <MONITOREO DE DATOS>, <INSTRUMENTACIÓN>.

SUMMARY

The objective of this research is to implement a portable weather station via a Drone for the Science faculty in ESPOCH. For this data at higher altitudes and in different strategic locations without building a physical station, through electronic sensors could measure environmental variables such as the station's own small nano circuits that can perform the same measurement was required. Its characteristics as stability, security and costs are compared, as this was chosen to DORNE DIY Y6. For the census of each weather variable was featured three types of sensors with: humidity, temperature, atmospheric pressure and wind speed, they communicate with the Arduino Mega, this set of sensors and Arduino board it adheres radio communication XBee modules often and all this assembly implements the Drone with the total card issuer. This data is acquired by the same Xbee module configured as a receiver; it is connected serially to a computer for processing and display of the data output via an interface.

Visualization and processing of data from the Drone made it through LABVIEW software. In the results 91.25% as reliable data and 8.75% as similar data from sample to sample, it obtained a small error which was generated by decimal, where 0% in the variable temperature and humidity, in atmospheric pressure 0.018% and 0.036% in wind speed.

We conclude that through free hardware Arduino cards at a low cost you can make a high-performance control as a fixed meteorological tower getting a Drone that welcomes the characteristics for this type of mission. It is recommended that this weather Drone do not fly in thunderstorms and rain for good communication with GPS.

KEYWORDS: <METEOROLOGICAL DRONE>, <FACULTY OF SCIENCE- ESPOCH>, <WEATHER SENSORS>, <DRONE DIY Y6>, <PORTABLE STATION>, <FRAME DATA>, <MONITORING DATA>, <INSTRUMENTATION>.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En estos últimos años se dio a conocer una nueva innovación tecnológica al que se lo conoce como vehículo aéreo no tripulado, que viene revolucionando continuamente en varias tareas como el monitoreo, investigación, vigilancia, entretenimiento y otras actividades humanas no importando el ámbito en el que se desempeñe ya que su uso es más frecuente.

En cuanto a los elementos atmosféricos más vitales para los seres vivos como el aire que respiramos, la lluvia y la energía solar estamos relacionados frecuentemente en el transcurso de nuestras vidas las que son tomadas como temas superficiales sin dar su importancia necesaria.

Hoy en día estamos conscientes de los nuevos problemas mundiales como la contaminación ambiental, sobre población y déficit energético que al palpar estos conflictos nos impulsa a la indagación.

El ser humano al ser el principal transeúnte habitual de los diferentes cambios y elementos que compone el espacio atmosférico, quien hoy en día por esta razón la meteorología y las actividades aeronáuticas están directamente relacionadas con los avances tecnológicos.

En el presente trabajo de investigación se ha realizado la implementación de una estación meteorológica portátil mediante un Drone, el que es seleccionado por poseer las características adecuadas para los diferentes parámetros al que se rige la estación, el mismo que se elevara a una altura determinada mediante un tipo de modo de manejo que este posee, con su respectivo rango de seguridad GPS para su retorno ante cualquier tipo de fallo que ocurra.

Nuestra estación portátil se lo equipara con los sensores respectivos para presión atmosférica, velocidad del viento, humedad y temperatura de los cuales obtendremos datos mediante una comunicación inalámbrica por módulos XBee, que se los transmitirá mediante comunicación serial para visualizarlos mediante la plataforma de Labview, que posteriormente serán

almacenados en una hoja de Excel como datos en bruto sin depuración listos para ser almacenados en una memoria y comparados con la información del centro de investigaciones de la Facultad de Ciencias para analizar si los valores adquiridos tienen algún margen de error si son fiables y confiables.

1.1 Antecedentes

La existencia de los cambios climáticos, en el transcurso de la historia del hombre se ha venido manifestando de diferentes formas, esto genera un campo de estudio de cierto número de variables meteorológicas, dichas observaciones son utilizadas para diferentes fines, tales como, pronósticos y predicciones sobre la presencia de fenómenos severos. Adicionalmente, la información de estas variables es analizada y se utiliza para la construcción de aeródromos, pronósticos hidrológicos y agros meteorológicos, contribuyendo significativamente a distintas investigaciones en el amplio campo de la ciencia atmosférica.

Indudablemente en los últimos años se han manifestado nuevas implementaciones tecnológicas, que brindan día a día aportes sobresalientes en el estudio meteorológico, es un gran reto optimizar las estrategias para la adquisición de datos. Eventualmente se presentan nuevas propuestas, con el fin de reducir costos y mantenerse a la par de las capacidades con las cuales cuentan los actuales satélites meteorológicos, aviones cazahuracanes y drones meteorológicos, sustentándose en la investigación enfocada a lugares estratégicos para la toma de muestras.

La estación meteorológica de la Facultad de Ciencias-ESPOCH contribuye a diversos procesos investigativos, a través de la adquisición de datos meteorológicos desde el 17 de Octubre del 2014, desde esta fecha ha establecido un monitoreo constante mediante una estación fija para el muestreo de variables meteorológicas, siendo esta información de vital importancia para proyectos investigativos, desarrollados por institutos o instituciones inmersas en la investigación meteorológica.

Un vehículo aéreo no tripulado o más conocido como Drone, es un mecanismo que se dio a conocer después de la primera guerra mundial, fueron implementados a lo largo de la segunda guerra mundial y su aplicación estratégica inicial fue militar, ya que, estuvieron presentes en el entrenamiento de los soldados que operaban los cañones antiaéreos.

A finales del siglo XX mediante radiocontrol, los VANT ya adquieren una característica de autonomía, mediante el desarrollo continuo de nuevas aplicaciones con fines no militares, se demuestran más y mejores utilidades en diferentes escenarios por su gran potencial, con la enorme ventaja de su movilidad, un Drone está en la capacidad de adquirir datos en lugares poco accesibles, permitiendo así, mejorar el control y la transmisión de la información para las áreas requeridas.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación Teórica

En la Facultad de Ciencias-ESPOCH, el departamento de investigación, monitorea constantemente datos meteorológicos y se encarga de obtener, organizar y procesar información, la cual es sometida a procesos estadísticos para proporcionar datos confiables.

Estos datos son utilizados para diferentes fines de investigación dependiendo la institución que los requiera, por ejemplo, el INER solicita esta información para realizar mapas climáticos, así también, el Municipio de Riobamba, la UNACH y otras instituciones u organizaciones afines que soliciten este tipo de información, pueden ser beneficiarios de dichos datos en pro de la investigación local y nacional.

Actualmente cada una de las estaciones se encuentra en lugares fijos con altura determinada lo que imposibilita tomar datos adecuados. Para la adquisición de datos de forma adecuada se necesita tener una altura mayor que las torres fijas de cada estación y la movilización de la plataforma de adquisición a otros lugares estratégicos para la toma de datos, lo cual será posible con el proyecto planteado.

Adicional a esto, nuestra estación meteorológica portátil podrá tomar datos en distintos lugares poco accesibles y ahorrará costos para la investigación, ya que no será necesaria la construcción de estaciones meteorológicas fijas adicionales para la adquisición de datos.

1.2.2 Justificación Aplicativa.

El proyecto a desarrollar realizará el monitoreo y adquisición de datos como: presión atmosférica, temperatura y velocidad del viento, datos que son necesarios para el análisis en la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias- ESPOCH.

Para la adquisición de datos a una mayor altura con respecto a la estación se utilizará un Drone (Vehículo aéreo no tripulado) al que se lo equipará con los sensores adecuados para este tipo de mediciones, estos datos se reciben en tiempo real de forma inalámbrica, una vez adquiridos, serán almacenados. Este proceso de control se logrará, a través de una plataforma de hardware libre denominado Arduino, ésta información servirá para futuros análisis y para diferentes propósitos por el departamento de Investigación de la ESPOCH así como también por el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) y para otras instituciones que lo requieran.

Con el proyecto desarrollado se logrará la movilidad y el monitoreo de datos a mayor altura en puntos estratégicos de la Facultad de Ciencias.

Del mismo modo se podrá tomar datos en cualquier lugar del país con tan solo movilizar el Drone y adquirir los datos, que oportunamente pueden ser procesados, sea en una estación fija o en una institución vinculada con la investigación meteorológica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Implementar una estación meteorológica portátil mediante un Drone para la Facultad de Ciencias- ESPOCH.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Recopilar datos e información del funcionamiento de la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias.

- Diseñar e implementar el circuito electrónico de cada uno de los sensores para la toma de datos y el acondicionamiento de señales; presión atmosférica, temperatura y velocidad del viento.
- Analizar y comparar diferentes vehículos aéreos no tripulados existentes en el mercado nacional e internacional, para seleccionar el que mejor se adapte a las condiciones del proyecto.
- Calibrar y adaptar los sensores de medición al vehículo aéreo no tripulado.
- Desarrollar la aplicación que permita la comunicación inalámbrica entre el vehículo aéreo no tripulado y el sistema de almacenamiento de datos.
- Comparar y evaluar los resultados obtenidos con los datos de referencia de la estación de la Facultad de Ciencias-ESPOCH, para determinar un error de operación.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 Meteorología

2.1.1 *Definición*

Proviene del griego “metéoron” que significa alto en el cielo, y de “logos” que significa conocimiento, lo que es ciencia de la física de la atmósfera que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, fenómenos producidos y las leyes que lo rigen.

La meteorología es una rama de la geofísica que tiene por objeto el estudio detallado de la envoltura gaseosa de la Tierra y sus fenómenos.

La meteorología es una ciencia auxiliar de la climatología ya que estos datos se los obtiene en varias estaciones meteorológicas durante un largo tiempo son usados y a futuro son utilizados para definir el clima y predecir el tiempo.

El conocimiento de las variables meteorológicas y el efecto que producen son de gran importancia para el desarrollo de la agricultura, navegación, operaciones militares y la vida en general.

El desarrollo en el campo meteorológico se centran en nuevos instrumentos de mayor precisión ya que los pioneros en el desarrollo de este campo fueron Galileo que construyo un termómetro, un barómetro por parte de Evangelista Torricelli, el anemómetro que fue construido por Robert Hooke, quien concluye en el desarrollo de los más importantes instrumentos meteorológicos fue Horace de Saussure con el higrómetro que mide la humedad del aire.

El primer descubrimiento referente a la presión atmosférica con respecto a la precisión fue realizado por Blaise Pascal y René Descartes.

El desarrollo obtenido en el perfeccionamiento de instrumentos y aparatos de detección y procesamiento de datos ha revolucionado la ciencia de la meteorología, especialmente en lo que respecta al empleo de los satélites meteorológicos, aviones de los denominados cazahuracanes, drones con fines también meteorológicos, satélites que recogen información sobre las corrientes marinas, temperatura superficial de mares, océanos y, sobre todo la recopilación, procesamiento de datos, proyección y pronósticos meteorológicos.

Desde luego, todos estos avances se iniciaron en las últimas décadas del siglo XX en 1960 por ello no fue sino el punto de partida de una nueva era, que ha dejado muy atrás el estado de la ciencia meteorológica que sigue difundándose en las escuelas y en la bibliografía especializada, pero con la gran diferencia que ahora en este tiempo se va desarrollando día a día en el campo de la formación científica y técnica, así también en los programas de investigación con una gran diversidad de situaciones a escala mundial por lo que la tecnología en gran magnitud sigue avanzando en beneficio de la sociedad.

2.2 Variables Meteorológicas.

2.2.1 *Presión Atmosférica.*

Se define como la presión que ejerce el aire atmosférico sobre la superficie de la tierra, mientras sea mayor la altura de la superficie de la tierra menor es la presión del aire, por lo tanto existe una menor cantidad de aire en su cima.

Las unidades de medida de la presión atmosférica en el SI son: N/m^2 o Pa, que de esto se deriva el hPa que equivale a 100 Pa y el kPa que es 1000 Pa, se asume que la presión atmosférica a nivel del mar es de 101.35 Pa, este valor representa a 1 atmósfera

En el ámbito de las estaciones meteorológicas sus unidades son: el milibar que representa la milésima parte de un bar donde un bar equivale a 1000 Pa, mientras que un milibar es igual a un hPa.

Otras unidades son: kg/cm^2 , In Hg, mm Hg, donde las In Hg y los Mm Hg son unidades tomadas por el barómetro de mercurio que fue el principal instrumento de medición de la presión atmosférica.

2.2.2 *Temperatura.*

Es una variable que se deriva de una idea de medir lo caliente o lo frío por lo que se logra obtener una escala del movimiento de las partículas del aire atmosférico, además existen factores de variación que de una u otra manera afectan al ambiente así como el principal es la incidencia de los rayos solares, así también están presentes los siguientes factores como el calentamiento de la tierra, lugar geográfico, revestimiento nuboso.

Debido a los diferentes cambios de temperatura que se dan con respecto a las variaciones del aire que influyen constantemente en el entorno por lo que se genera temperaturas máximas y temperaturas mínimas en un lugar determinado.

Las unidades de medida de la temperatura en el ámbito científico y meteorológico se utiliza $^{\circ}\text{C}$, así también tenemos en el SI como medida los $^{\circ}\text{K}$.

2.2.3 *Velocidad del Viento.*

La velocidad del viento es uno de los principales parámetros esenciales del viento y se define como la velocidad con la que el aire de la atmósfera se mueve con respecto a la superficie terrestre.

Existen variaciones de la velocidad con respecto a los diversos cambios climáticos, en el tiempo donde tenemos una baja velocidad durante la noche y se eleva a partir de la salida del sol hasta llegar a una velocidad máxima entre las 12 horas y 16 horas solares, también tenemos variación con respecto a la altura, mientras se encuentre cerca del suelo la velocidad del viento es menor y se incrementa la velocidad según la altura siga aumentando.

Las unidades de la velocidad del viento que se utiliza en meteorología fue implementada por el Almirante Beaufort en el siglo XIX que son: km/h y m/s.

Tabla. 1-2: Escala Meteorológica de la Velocidad del viento.

Escala de Beaufort	Denominación	Efectos observados	Nudos	Km/hora
0	Calma	El humo se eleva en vertical.	menos de 1	0 a 1,9
1	Ventolina ó brisa muy ligera	El viento inclina el humo, no mueve banderas.	1 a 3	1,9 a 7,3
2	Flojito ó brisa ligera	Se nota el viento en la cara.	4 a 6	7,4 a 12
3	Flojo ó pequeña brisa	El viento agita las hojas y extiende las banderas.	7 a 10	13 a 19
4	Bonancible ó brisa moderada	El viento levanta polvo y papeles.	11 a 16	20 a 30
5	Fresquito ó buena brisa	El viento forma olas en los lagos.	17 a 21	31 a 40
6	Fresco	El viento agita las ramas de los árboles, silban los cables, brama el viento.	22 a 27	41 a 51
7	Frescachón	El viento estorba la marcha de un peatón.	28 a 33	52 a 62
8	Duro	El viento arranca ramas pequeñas.	34 a 40	63 a 75
9	Muy duro	El viento arranca chimeneas y tejas.	41 a 47	76 a 88
10	Temporal ó tempestad	Grandes estragos.	48 a 55	89 a 103
11	Tempestad violenta	Devastaciones extensas.	56 a 63	104 a 118
12	Huracán	Huracán catastrófico.	64 y más	119 y más

FUENTE: http://www.oni.esuelas.edu.ar/2004/SAN_JUAN/676/eolica_y_molinos/capitulo_1/cap_1_2.htm

2.3 Instrumentos de Medición

2.3.1 MS4525DO

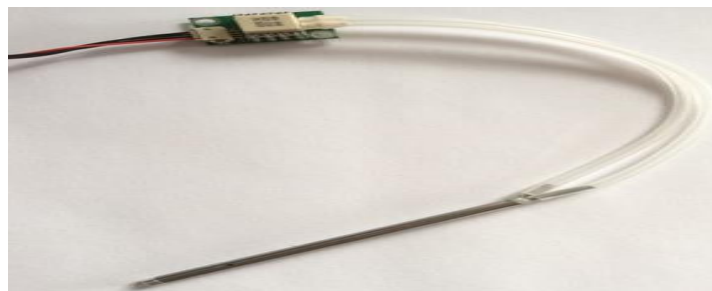


Figura. 1-2: Sensor de velocidad de viento MS4525DO

FUENTE: <http://www.meas-spec.com/downloads/MS4525DO.pdf>

El MS4525DO es un sensor transductor que mide la presión diferencial con salida digital, trabaja bajo una comunicación I2C que viene totalmente calibrado por Measurement Specialties de USA, al que se acopla un tubo pitot lo que nos dará una presión diferencial con su unidad en PSI, que va desde un rango de 1 a 150 PSI, que nos permitirá el cálculo de la velocidad verdadera del viento. Posee un margen de error de menos de 1.0%, trabaja con una alimentación de 3.3VDC O 5VDC.

2.3.2 AOSONG AM 2302

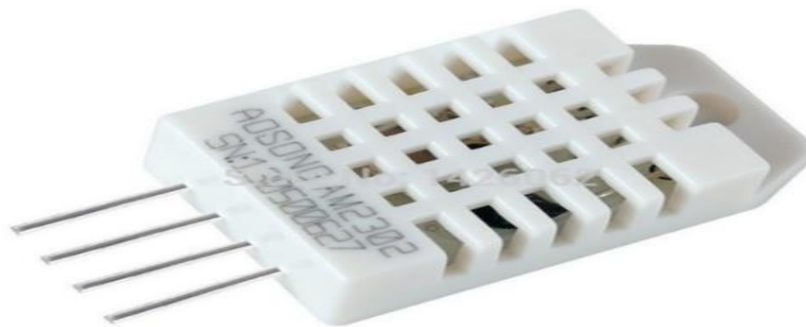


Figura. 2-2: Sensor de temperatura y humedad AOSONG AM2302

FUENTE: <http://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/AM2302.pdf>

También conocido como DHT22 sensor que está dentro de los estándares de calibración estable, preciso que nos permite adquirir datos de temperatura y de humedad con salida digital, para la humedad esta implementado un sensor de capacidad que mide desde un intervalo de 0% hasta 99.9% con un margen de error de ± 2.2 %, reflejando un cambio de datos menor a 5 segundos y así mismo para la temperatura viene incorporado un termistor que me permite medir la temperatura del medio que lo rodea, en un rango de -40°C hasta 80°C , con un rango máximo de imprecisión en condiciones adversas de ± 0.5 a $\pm 1^{\circ}\text{C}$ presentando un cambio de temperatura en un tiempo menor a 10 segundos.

Este sensor se recomienda alimentar con 5.0 VDC, además arrojará datos de cifras decimal con un tiempo de muestreo de cada 2 segundos.

2.3.3 BMP 180



Figura. 3-2: Sensor de Presión Atmosférica, Temperatura y Altura BMP180

FUENTE: <http://www.haoyuelectronics.com/Attachment/GY-68/BMP180.pdf>

El BMP 180 es un pequeño sensor calibrado de fábrica basada en una tecnología piezo – resistiva, es decir que tiene una alta precisión, linealidad, eficiencia.

Mide la presión atmosférica con su unidad en milibares que cambia su valor de acuerdo a su altura es por eso que también mide la altura y temperatura, con un rango de medición de 300 a 1100 hPa su margen mínimo de error es de 0.03hPa, está diseñado para conectarse con Arduino así mismo con cualquier microcontrolador mediante la interfaz de comunicación I2C, se alimenta con una fuente de 3.3VDC.

2.4 Módulos de comunicación

2.4.1 Módulos Xbee

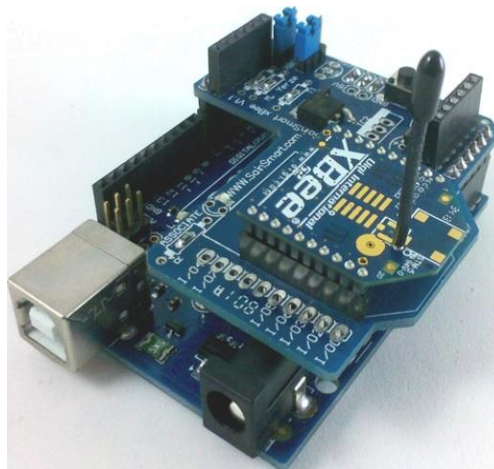


Figura. 4-2: Módulo Xbee

FUENTE: <http://www.andresduarte.com/arduino-y-xbee>

Los módulos Xbee nos permiten enlaces seriales de señales TTL para el envío de datos, quienes utilizan el protocolo de comunicación para red inalámbrica basado en un estándar de comunicaciones inalámbricas IEEE 802.15.4 que se crea con la finalidad de implementar redes de sensores, o mejor conocidos como ZigBee.

Creado por ZigBee Alliance una organización sin fines de lucro, con más de 200 empresas entre ellas las más destacadas Mitsubishi, Philips, ODEM do, Honeywell, muchas de ellas son fabricantes de semiconductores, entre otras. Quienes permiten que dispositivos electrónicos de bajo consumo realicen sus comunicaciones inalámbricas que especialmente son útiles para redes de sensores tanto a nivel industrial, médico, doméstico, etc.

Los módulos Xbee o ZigBee tienen una dirección única que es de 64 bits, que vienen grabados desde fábrica.

Para una red ZigBee para sus algoritmos de ruteo, utiliza direcciones de 16 bits es decir que cada vez que un dispositivo se asocia a una red ZigBee, se le asigna una dirección única en toda la red de 16 bits, por eso el número máximo de elementos que puede haber en una red ZigBee es de $2^{16} = 65535$, que viene hacer el número máximo de direcciones de red que se puede asignar.

Los Xbee pueden ser ajustados para ser usados en diferentes arquitecturas de comunicación como son punto a punto, punto a multipunto o una red tipo mesh, así también tienen dos diferentes modos de comunicación como el Modo AT que es el modo de transmisión serial transparente en donde la comunicación tiene una analogía a lo que es una transmisión a través de un puerto serial, ya que el dispositivo se encarga de crear la trama y que el dato llegue al pin de transmisión Tx el cual será enviado de forma inalámbrica.

Así también existe el otro modo API en donde un microcontrolador externo es quien crea una trama de acuerdo al tipo de información que se enviara, el cual es el más recomendado para redes grandes con topologías en Malla, en donde no se puede perder el tiempo en salir y entrar del modo de configuración de los dispositivos.

Estos módulos requieren una alimentación que va desde 2.0 a 3.4V, conexión a tierra y las líneas de transmisión de datos, poseen buen alcance de 100m a 1.6 Km en línea de vista abierta y hasta 30 metros en interiores, 8 pines de entradas/salidas digitales, bajo consumo menor a 50mA cuando está en pleno funcionamiento y es menor a 10uA cuando se encuentra en un modo sleep, posee una interfaz serial.

Las comunicaciones ZigBee se ejecutan en la banda libre ISM (Industrial, Scientific and Medical) de 2.4 GHz, así también las comunicaciones a través de una única frecuencia es decir de un solo canal, la velocidad de transmisión de datos es de hasta 256 kbps, por último el protocolo está preparado para controlar una cantidad enorme de dispositivos en una misma red.

2.4.2 Áreas Aplicativas.

- ✓ Entretenimiento y Control: son utilizadas en lo que respecta a la iluminación inteligente, control de seguridad, temperatura, música.
- ✓ Hogar Prevenido: Sensores de acceso, sensores de potencia, sensores de agua, electrodomésticos inteligentes.
- ✓ Servicios Móviles: Monitoreo y control móvil, seguridad y control de acceso móvil, cuidado de salud móviles, pagos móviles.
- ✓ Edificios comerciales: Monitoreo de energía, iluminación y control de acceso.
- ✓ Plantas Industriales: Control de procesos, control de dispositivos industriales, gestión ambiental, gestión de energía.

2.4.3 Shield USB Xbee



Figura. 5-2: Shield USB

FUENTE: <http://www.andresduarte.com/arduino-y-xbee>

Esta unidad funciona con todos los módulos Xbee que tiene un convertidor de USB a serial, que traduce los datos entre el ordenador y el Xbee.

2.5 DRONE

2.5.1 Historia

El desarrollo de las primeras aeronaves no tripuladas se dieron a conocer durante la IGM, el primero en construirse fue el Aerial Target en el año de 1916 que fue controlado mediante radiofrecuencia con fines militares quien era encargado de afinar la puntería de la artillería anti aérea.

El 12 de Septiembre de 1917 realizo el primer vuelo de demostración el Hewitt-Sperry Automatic Airplane o más conocido como la bomba volante, su función principal era utilizarlo como crucero de misiles aéreos ante altos cargos del ejército estadounidense con lo que ya se pudo apreciar el concepto de VANT, que era controlado mediante un giróscopo para girar y buscar la estabilidad en un mismo lugar en el espacio. Esta tecnología fue desarrollada con un gran éxito y no se pudo fabricar a gran escala por lo q la IGM ya se había terminado.

Después de la IGM tres aviones biplanos desarrollado por Charles Kettering que llevan el nombre de Estándar E-1 se transformaron a drones. El primer misil crucero en crearse fue el Larynx que se montaba sobre la estructura del pequeño avión biplano quien era lanzado desde un buque de guerra y volaba de una forma automática.

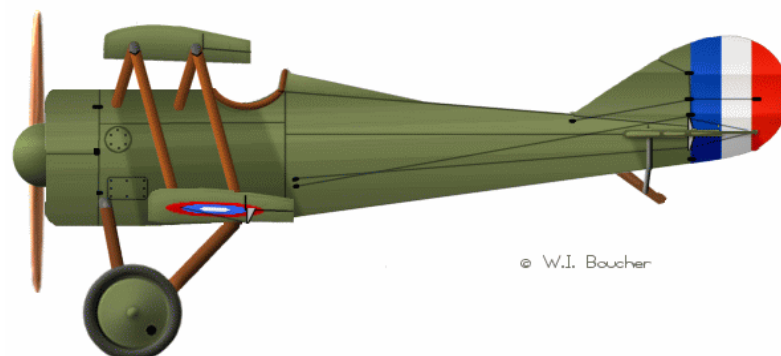


Figura. 6-2: Avión Biplano Estándar E-1

FUENTE: Estándar E-1, <http://mundrone.blogspot.com/p/historia-de-los-drones.html>

Entre los años 1930 y 1931 hubo un gran éxito en el desarrollo de los aviones que fueron manejados mediante radiocontrol, pero también era uno de los blancos en Gran Bretaña y en los EEUU.

En el año de 1931, los Británicos desarrollaron un hidroavión Fairey III F que fue controlado mediante una radio Fairey Queen, posterior a ello se fabricaron tres de este tipo.



Figura. 7-2: Hidroavión Fairey III F

FUENTE: <http://mundrone.blogspot.com/p/historia-de-los-drones.html>

En 1935 se desarrollaron una multitud de construcciones de aeronaves, de hidroaviones, derivados del avión biplano de entrenamiento y es así como se fue deformando hasta que se llegó a convertir en el término de DRONE, especialmente cuando se trataba del tipo de aeronaves manejadas mediante radio control.

En la IIGM, Reginald Leigh Dugmore reconocido autor en el mundo de la televisión, así también se entrenó en el rango de teniente quien participo en la primera guerra mundial sin entrar a combate lo que se convirtió en su pasión de vida los aviones.

En el año de 1934 se creó su empresa denominada Reginald Denny Industries, que se dedicaba a la construcción de aviones a radio control, un año más tarde abrió una tienda de aeromodelismo en Hollywood en el que el producto estrella de su tienda fue el Dennyplane Jr, prototipo que poseía un aspecto de las aeronaves de los años veinte diseñado por el propio Reginald Denny que tenía un precio de diez dólares.

El Ejército de EEUU en el año de 1939 compro 53 unidades de aviones RP 4 a la empresa de Reginald Denny, al que lo llamaron modelo a escala 1 y sus siglas como OQ-1 quien tenía las siguientes características: poseía seis caballos de potencia, medida entre sus alas de 3,73 m, peso de 47 kilos y su modo de recuperación era de manera de aterrizaje en tierra así también como en paracaídas.

Al empezar la IIGM la empresa de Reginald Denny creció instantáneamente de una forma exitosa ya que producía miles de aviones con aplicaciones diferentes como para la marina para el ejército de EEUU, así también fue aplicada como bombarderos para las operaciones de la guerra, aviones de asalto que se estrellaban sobre el punto de destrucción , aviones de control que llevaba adherido a la carcasa una cámara de televisión y una pantalla para la visualización y es así que fue considerado como el padre del primer DRONE.



Figura. 8-2: Avión Bombardero T2D2

FUENTE: Bombardero T2D2, <http://mundrone.blogspot.com/p/historia-de-los-drones.htm>

2.5.2 Clasificación de los VANTS

Se clasifican de acuerdo a su misión principal en la que se desempeñan.

- De Blanco: Aviones simulados para ataques en tierra o aire.
- Reconocimiento: Encargados en enviar información militar.
- Combate: Llevan misiones muy peligrosas y entran en combate
- Logística: Diseñados que les permite llevar carga.
- Investigación y Desarrollo: Aquellos en quienes se desarrolla y prueba los nuevos sistemas de investigación.
- Comerciales y Civiles: realizados para propósitos civiles.

2.5.3 Definición

Un DRONE es un vehículo aéreo no tripulado o conocido como VANT por sus siglas en español. Hoy en día gracias a los avances tecnológicos estos vehículos controlados remotamente tienen múltiples funciones desde la toma de fotos, grabaciones de secuencias, espionaje siendo estos los más sofisticados en el tamaño, así también, exploradores de fosas abisales en lugares oscuros y profundos, en la meteorología, agricultura, rescate de personas, así, también como hace muchos años ha sido de carácter militar y marino.

El desarrollo y avance de las nuevas tecnologías en la actualidad los drones van de la mano con la robótica y cada vez son más complejas con los nuevos surgimientos de las necesidades que están inmersas en la sociedad.

2.6 Tipos de VANT y sus características

2.6.1 Y6 DIY

Drone que se adopta a una variedad de aplicaciones, le permite la toma y configuraciones de tomas aéreas exactas, posee aplicaciones de trayectorias de vuelo y cámara de control asistido por un ordenador lo que facilita el manejo sin tener experiencia.



Figura. 9-2: VANT Y6 DIY

FUENTE: Y6 DIY, <http://3drobotics.com/kb/2014-y6/>

INCLUYE:

- Potente Software (MP) que facilita el uso del Drone.
- Estructura de Aluminio aerodinámico y fibra de carbono.

- Seis motores sin escobillas de 850 Kv con colectores de bala
- Seis controladores electrónicos de velocidad
- Piloto automático Pixhawk con módulo de potencia, alcance de 1Km
- GPS
- Telemetría frecuencia 915 MHZ
- Batería de vuelo Polímero de Litio 5100 mA, 11.1V
- 5 Modos de vuelo
- Peso de 2.0 kg
- Tiempo de vuelo 10min
- Altura máxima de 1Km
- Precio \$3,000.00

2.6.2 3DR X8-M

Drone fácil de volar y muy simple de operar, tiene la facilidad de despegar y aterrizar en zonas muy estrechas, lo que hace que el vehículo tiene la facultad de ser compatible con cualquier tipo de terreno, vuela a una altura baja y a una velocidad lenta lo que le permite la captura de imágenes de gran alcance y precisión.



Figura. 10-2: 3DR X8-M

FUENTE: 3DR X8-M, https://store.3drobotics.com/products/x8-m?taxon_id=32

INCLUYE:

- Sistema de piloto automático Pixhawk.
- GPS
- Telemetría frecuencia 915 MHZ
- Control de radio Spektrum DX7s
- Motores SunnySky V2216-12 800kV

- Batería de vuelo: polímero de litio 4S 10000mAh 10C
- Peso de la aeronave con batería : 7.7 libras(3.5 kg)
- Dimensión del Drone: 35cm x 51cm x 30cm
- Alcance radio: 0.6 millas (1km)
- Tiempo de vuelo: 14 min
- Velocidad del viento operativo máximo: 11 km/s
- Precio: \$5,400.00

2.6.3 *DJI Phantom 1*

Uno de los drones de la actualidad que están marcando la diferencia por poseer plataformas que facultan la toma de fotos, imágenes y videos a nivel profesional, además de poseer un sistema de vuelo estable.



Figura. 11-2: DJI PHANTOM 1

FUENTE: DJI Phantom 1, <http://www.dji.com/product/phantom>

POSEE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- Atractivo y diseño integrado
- Contiene una unidad de control remoto
- Tiene un rendimiento estable, por lo que es ágil, fácil de volar
- Dos modos de vuelo
- Peso menor a 1200 g
- Comunicación a distancia de 1000m
- Control de orientación inteligente DJI
- Velocidad máxima de vuelo 10m/s
- A prueba de fallos aterrizaje de inmediato
- Tiene un tiempo de vuelo de 10 a 15 min
- Precio \$2,700.00

2.6.4 *DJI Inspire 1*

Posee una tecnología más avanzada del DJI, fácil de usar, sistema completo para la ejecución de películas y muy ligero.



Figura. 12-2: DJI INSPIRE 1

FUENTE: DJI Inspire1, <http://store.dji.com/product/inspire-1>

CARACTERÍSTICAS

- Cámara 4K
- Peso (batería incluida) 2935 g
- Modo GPS
- Resistencia a una velocidad de viento de 10m/s
- Máximo vuelo de altitud 4500m
- Motor DJI 3510
- Dimensiones 438x451x301mm
- Tiempo máximo de vuelo 18 min aproximadamente
- Transmisión inalámbrica
- Control DJI para dos operadores
- Precio \$3,399.00

2.7 Análisis comparativo de los vehículos aéreos no tripulados.

Tabla. 2-2: Características principales de los vehículos Aéreos no tripulados.

DRONE	Y6 DIY	3DR X8-M	DJI Phantom 1	DJI Inspire 1
CARACTERÍSTICAS				
Software	MP	MP	X	X
Infraestructura	Aluminio aerodinámico	Aluminio aerodinámico	Plástico	Plástico
Peso de soporte	2.0 kg	3.5 kg	1200 g	2935 g
Tiempo de vuelo	10 min	9 min	7 min	6 min
GPS	GPS	GPS	X	GPS
Altura máxima de alcance	1 km	1 km	1km	450 m
Piloto Automático	Pixhawk	Pixhawk	DJI	DJI
Resistencia velocidad viento	1 km/h	1 km/h	10 m/s	10 m/s
Costo	\$ 3,000.00 + iva	\$5,400.00 sin iva	\$2,700.00 sin iva	\$ 3,399.00 sin iva

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Tabla. 3-2: Análisis comparativo entre el Y6 DIY y el 3DR X8-M

RESULTADOS		
CARACTERISTICAS	DRONE	
	Y6 DIY	3DR X8-M
Software	Si	Si
Infraestructura	Si	Si
Peso de soporte	No	Si
Tiempo de vuelo	Si	No
GPS	Si	Si
Altura máxima de alcance	Si	Si
Piloto Automático	Si	Si
Resistencia velocidad viento	Si	Si
Costo	Si	No

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

De acuerdo a las características y costo el más factible para la aplicación de la estación meteorológica hemos decidido adquirir el Drone Y6 DIY.

2.8 Manual de funcionamiento del Drone adquirido.

1. Posicionar el Drone en un lugar abierto libre de peligro.



Figura. 13-2: Drone a campo abierto

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

2. Encender el radio control y ver que este con su batería bien cargada para evitar la pérdida de control del Drone.



Figura. 14-2: Batería del control cargada

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

3. Situar en el radio control el modo de manejo Loider.



Figura. 15-2: Control de manejo en Modo Loider

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4. Antes de encender el Drone verificar que las hélices se encuentren en perfecto estado, que el tren de aterrizaje estén bien ajustadas, así también que la batería este lo suficientemente cargada.



Figura. 16-2: Verificación que el Drone se encuentre listo para su vuelo.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

5. Abrir el software Mission Planner para ejecutar los comandos de vuelo y ajustar los parámetros de seguridad como prioridad antes de volar el Drone.



Figura. 17-2: Ajuste de los parámetros de vuelo en el software Mission Planner

FUENTE: https://3drobotics.com/download_software/

6. Proceder a conectar el radio de telemetría al puerto USB del computador



Figura. 18-2: Radio de Telemetría

FUENTE: https://3drobotics.com/download_software/

7. Seleccionar el puerto USB, la velocidad de transmisión 57600 y procedemos a conectar.

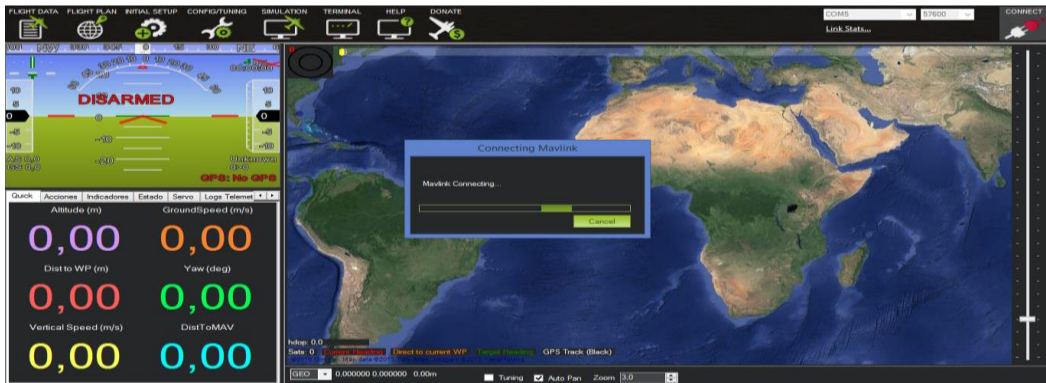


Figura. 19-2: Conexión del Software MP con el radio control para manejo del Drone.

FUENTE: https://3drobotics.com/download_software/

8. Verificar los siguientes parámetros antes del vuelo del Drone.

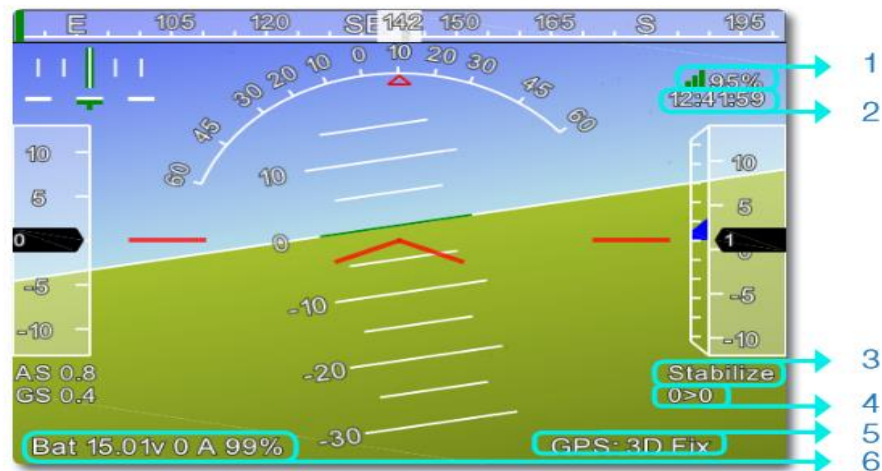


Figura. 20-2: Verificación de los parámetros en MP

FUENTE: https://3drobotics.com/download_software/

- 1: Señal de telemetría.
- 2: Tiempo de GPS.
- 3: Modo habilitado de manejo.
- 4: Distancia al que se está elevando.
- 5: Verificar que este activado el GPS.
- 6: Estado de la batería.

9. Conectar la batería de alimentación al Drone y esperar 2 segundos a que se conecte al radio control, al software Mission Planner en el que se observara todos los parámetros establecidos que se verificara cuando este la luz de color verde.



Figura. 21-2: Conexión del sistema del Drone

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

10. En el radio control mantenga el acelerador izquierdo transmisor hacia la derecha por 1 segundo hasta encender los motores del Drone y suelte.



Figura. 22-2: Encendiendo el Drone

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

11. Seguidamente dirija hacia arriba el acelerador izquierdo muy despacio lo que indica que estoy elevando la potencia de los motores por lo que comenzará a volar el Drone a una altura deseada.



Figura. 23-2: Elevación del Drone

FUENTE: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

12. Con el acelerador derecho se direcciona al Drone hacia adelante, atrás, izquierda y derecha.



Drone se dirige hacia

Figura. 24-2: Movimiento del Drone hacia delante.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Drone se dirige hacia

Figura. 25-2: Movimiento del Drone hacia atrás.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Drone se dirige hacia la

Figura. 26-2: Movimiento del Drone a la derecha.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Drone se dirige hacia la

Figura. 27-2: Movimiento adelante, atrás, derecha, izquierda del Drone.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

13. El acelerador izquierdo le permite girar al Drone hacia la derecha o hacia la izquierda dirigiendo la palanca hacia las mismas direcciones.



Drone gira hacia la

Figura. 28-2: Giro del Drone hacia la derecha.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Drone gira a la izquierda.

Figura. 29-2: Giro del Drone hacia la izquierda.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

14. Para que el Drone regrese al punto de partida por si solo seleccione el modo RTL en el software Mission Planner, o con mucha destreza en sus dedos deslice el acelerador izquierdo muy despacio hacia abajo.



Figura. 30-2: Descenso del Drone

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

15. Apagar el Drone dirigiéndole al acelerador izquierdo hacia la izquierda por 2 segundos.



Figura. 31-2: Modo de apagar el Drone.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

2.9 Uso de Drones bajo normativas

La Dirección General de Aviación Civil ha establecido requisitos y reglamentos para la operación de los vehículos aéreos no tripulados que son los siguientes:

1. Se prohíbe la operación de drones en espacios aéreos controlados, es decir que se debe mantener alejado a una distancia de 9 km de una base militar fuera de pistas de aterrizajes y despegue de aviones.
2. Se establece una altura máxima de vuelo para el Drone de 122 metros (400 pies).
3. Los Drones deben ser operados entre la salida y puesta del sol, además en condiciones visibles de vuelo, sin neblina, cielo libre de nubes, lluvia, o cualquier condición que obstruya el contacto visual al Drone.

4. No puede operar ningún control del vehículo no tripulado la persona que se encuentre fatigada o que pueda sufrir fatiga.
5. Además el reglamento detalla que no operara la persona que se encuentre bajo los efectos de cualquier droga, o del consumo de bebidas alcohólicas que afecta la posibilidad de operar los controles del Drone de forma segura.
6. El propietario del vehículo no tripulado en caso de causar daños a terceros debe contratar una póliza de seguros de responsabilidad civil legal a terceros en montos mínimos de acuerdo a una tabla establecida, los drones que tengan una masa de 2 a 25 kg de despegue deberá pagar el monto de 3.000 dólares y más de 25 kg de despegue el valor de seguro será de 5.000 dólares.

2.10 ARDUINO

2.10.1 Definición

Es un dispositivo electrónico constituido por una placa y un microcontrolador con un entorno de desarrollo denominado IDE de Arduino de forma libre, este diseño facilita el uso de la electrónica en una amplia gama de proyectos.

Los microcontroladores utilizados en varios tipos de Arduinos son Atmegas de la serie 128, 328 y 1280 ya que su simpleza y bajo costo permite realizar varios diseños electrónicos.

2.10.2 Características

Entradas y Salidas

- Contiene entradas y salidas de tipo analógico y digital, en forma de entrada analógica dispone de un conversor analógico de 10 bits.
- Cada entrada funciona hasta 5V y 40 mA de igual forma sus salidas.
- Cada pin dispone de una resistencia interna pull-up de 20k Ω y 50K Ω que podemos hacer uso según lo requiramos al activar o desactivar.

- Posee una entrada y salida serial TX y RX (Señales TTL).
- Interrupciones externas, ATmega contiene configurados en sus pines 2 y 3 este tipo de interrupción pues variara según con qué tipo de ATmega se esté trabajando, este se puede activar con un valor en bajo y se puede configurar su tipo de flanco en subida o bajada.
- PWM: Existen pines con esta configuración de salida de 8 bits.
- SPI: Permite esta comunicación en forma Full-Dúplex en entorno Maestro/Esclavo.
- I2C: Es un tipo de comunicación que nos permite enviar y recibir información a través de un bus, este tipo de bus lo creo Philips para interconexión de sistemas embebidos pero en la mayoría de sensores, memorias EEPROM, LCD y otros trabajan con este tipo de comunicación.

Alimentación

Existen varias formas de alimentación en las cuales dependerá de la forma en que lo requiera.

- La primera forma es la conexión que se realiza directamente con el cable USB el que se utiliza para cargar el software programado.
- Podemos utilizar una fuente externa de 6VDC hasta los 12 VDC a través de su Jack hembra o conector hembra de 2.1mm.
- La última forma de alimentar a nuestro arduino es utilizando el pin de entrada de voltaje denominado Vin.

Hay que tener en cuenta que podemos medir el voltaje presente el Jack directamente desde Vin, en el caso de que el Arduino esté siendo alimentado mediante el cable de USB, ese voltaje no podrá monitorizarse desde el Vin.

Lenguaje de Programación

El microcontrolador instalado en la placa de Arduino se lo programa mediante el software de programación de Arduino o denominado IDE de Arduino que se basa en Wiring que trabaja con pines de entrada y salida para el control de sensores, motores, y otros que el programador sugiera como activar y su entorno basado en Processing.

Para programar la tarjeta Arduino se lo realiza con su propio IDE, así también se puede programar por Java, Flash, Processing, Pure Data.

2.10.3 Tipos de Arduinos

El Arduino brinda un microcontrolador, hardware y software incorporado en una sola tarjeta lo que existe una gama amplia de varios tipos de los mismos, pues cada uno de ellos nos dan algunos aspectos necesarios para los múltiples proyectos que se requiera ya sea en tamaño, memoria, tipo de comunicación. Existen muchos en el mercado pero estos son los más utilizados hoy en día.

2.10.3.1 Arduino Mega



Figura. 32-2: Arduino Mega.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

Este tipo de Arduino se lo cataloga como el más grande por su tamaño y por la cantidad de memoria, este se basa en el microcontrolador ATmega1280, contiene 54 salidas digitales, 14 de ellas proporcionan salidas PWM, 16 son salidas digitales, 4 puertos UARTS, un cristal de 16

Mhz, contiene una entrada USB para cargar el software de control que realizara el Arduino, un botón Reset y un conector ICSP.

Alimentación

Este puede trabajar de dos maneras, la primera adquiere voltaje a través del cable USB con el que se carga el programa, la segunda manera re lo alimenta mediante una fuente externa el rango necesario de voltaje para este tipo de placa es de 7 V a 12V como máximo ya que si el voltaje de entrada es inferior a los 7V, este posee un regulador de 5V por ende dará un voltaje menor a 5V lo que hará que el Arduino trabaje de una forma inestable por el contrario si se sobrepasa a los 12V el regulador se sobrecalentara dañando a la tarjeta.

Memoria

Contiene 128 KB de memoria flash de almacenamiento de las cuales 4 KB de estos son utilizados para el arranque del sistema (bootloader), 8KB de memoria RAM y 4 KB de memoria EEPROM.

Programación

Estas tarjetas ya contienen un gestor de arranque que nos permite cargar un nuevo programa en la tarjeta sin necesidad de un programador de hardware externo este se comunica a través de un protocolo llamado STK500, también se programa de forma directa al microcontrolador mediante su puerto ICSP.

Características Físicas

Contiene las siguientes medidas que es de 10.16 cm x 50.08 cm, un Jack conector de USB, tres orificios que sirve para ajustar la tarjeta a una superficie o carcasa.

Esquema de los pines del Arduino.

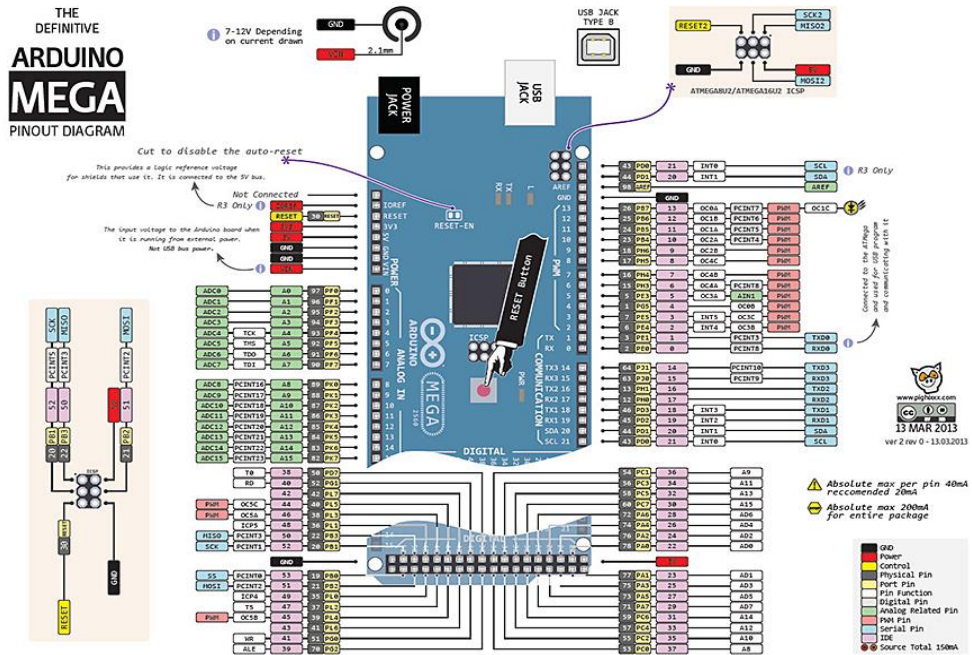


Figura. 33-2: Esquema de los pines Arduino Mega.

FUENTE: <https://arduino-info.wikispaces.com/file/view/Mega2-900.jpg/421499040/Mega2-900.jpg>

2.10.3.2 Arduino Pro

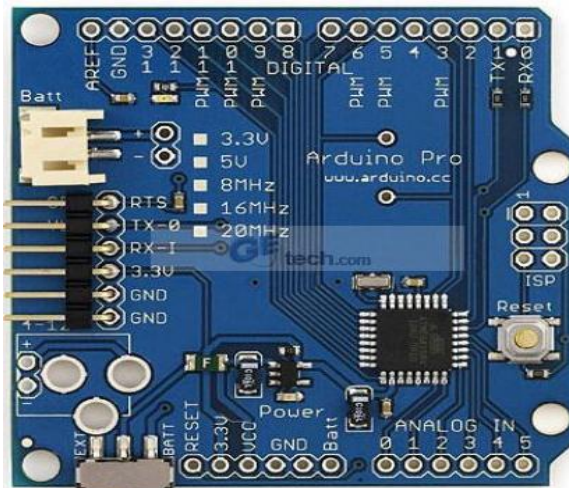


Figura. 34-2: Arduino Pro.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardPro>

Está constituida en una placa con un microcontrolador ATmega 168 o ATmega 328 que tiene dos tipos de alimentación la una a 3.3 V a 8 Mhz la otra a 5V a 16 Mhz, así también tiene 14 salidas digitales de las cuales 6 pueden ser utilizados como salidas PWM, 6 como entradas analógicas, un oscilador interno y 6 pines de conexión para el cable FTDI.

Esta tarjeta está diseñada para instalaciones semipermanentes, en su diseño no posee conectores montados por lo que se conectan conductores de forma directa.

Alimentación

Este tipo de Arduino puede ser alimentado por cable USB como también por baterías o por una fuente de alimentación, para la conexión de las baterías posee un tipo de conector que es el JST, también tiene pines para poder ser alimentada por una fuente externa.

Memoria

Trabaja con el ATmega 168 que brinda 16KB para el almacenamiento en la programación de un sketch pero 2KB son utilizados para el gestor de arranque, 1KB para RAM y 512 bytes memoria EEPROM.

Características Físicas.

Las medidas de esta tarjeta son 5.3cm x 5.2cm, contiene 6 pines de conexión para conector, un selector de alimentación y tiene una separación estándar de 2.5mm.

Esquema grafico de sus pines.

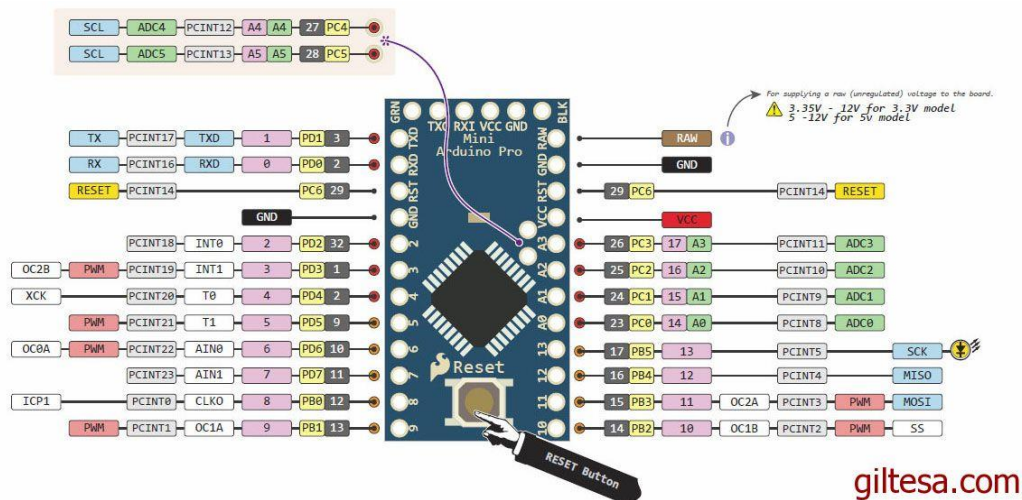


Figura. 35-2: Esquema de los pines del Arduino Pro.

FUENTE: <http://giltesa.com/wp-content/uploads/2014/02/arduino-pinouts.jpg>

2.10.3.3 Arduino Uno



Figura. 36-2: Arduino Uno

FUENTE: <https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Este microcontrolador contiene un microcontrolador de la serie ATmega328 en las que 16 pines de entrada/salida 6 de estos pueden ser utilizados como salidas PWM, 6 son utilizados para entradas de lectura analógica, un oscilador de 16 Mhz, un conector USB, un conector para la alimentación, una cabecera para puerto ICSP y un botón de Reset.

Alimentación

La forma de alimentación de esta placa es por el puerto USB así también por el Jack de alimentación o por el pin de entrada denominada Vin. El voltaje normal que soporta este tipo de Arduino es de 7 a 12 V.

Memoria

Flash memory de 32 KB (ATmega 328) donde 0.5 KB son utilizados para el arranque del programa, 2KB de RAM y 1KB de memoria EEPROM.

Característica Físicas

Las dimensiones de longitud de PCB son de 6.85cm x 5.33cm, tiene un conector USB así también 3 orificios para ser ajustados a una superficie o caja.

Diagrama del esquema de los pines.

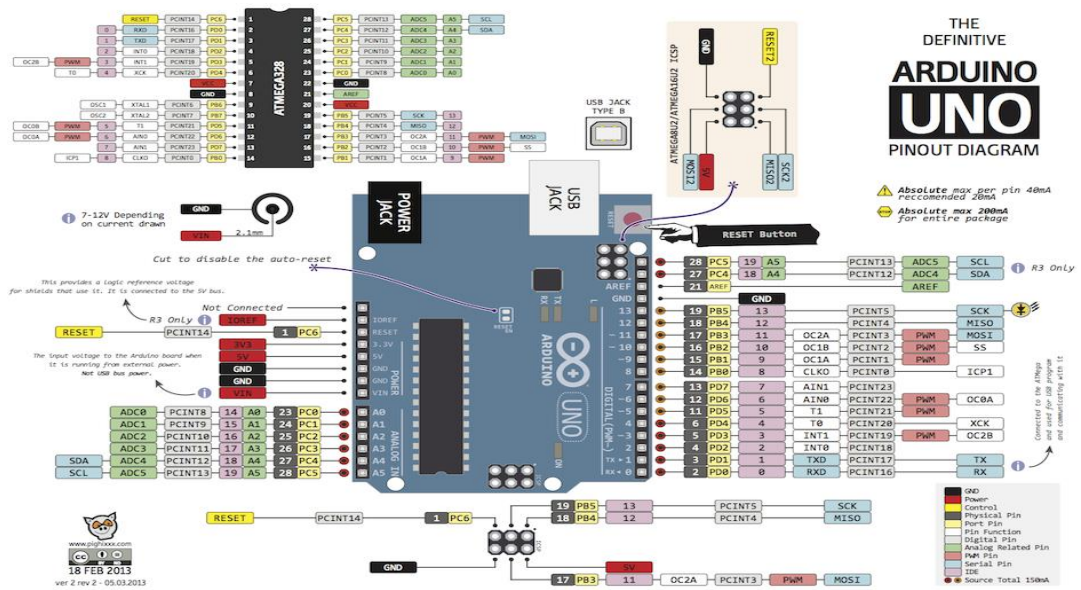


Figura. 37-2: Esquema de pines Arduino Uno.

FUENTE: <http://i.stack.imgur.com/wKz2l.png>

2.10.3.4 Arduino Nano

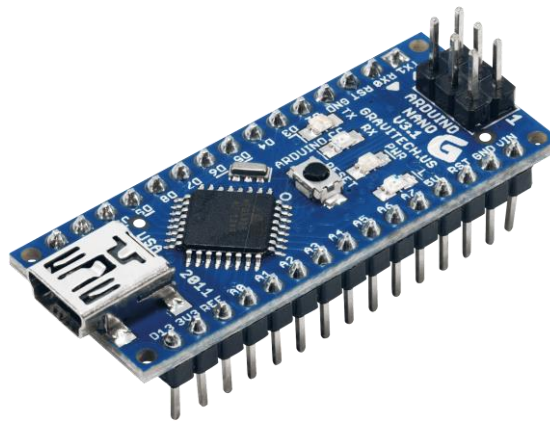


Figura. 38-2: Arduino Nano.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

El Arduino nano es una de las versiones más pequeñas es este tipo de tarjetas para control, en la versión 3.0 el Arduino nano trabaja con un ATmega 328, en la versión 2.0 trabaja con un ATmega 168 donde las funciones de estas versiones en Arduino nano son casi iguales que un Arduino uno con cierta limitantes de los pines, pero a pesar de su tamaño presenta una funcionalidad normal como un Arduino uno o Duemilanove.

Alimentación

Este se alimenta por su puerto USB mini-B que es para poder cargar el programa desde el IDE de Arduino, la otra opción es también por su pin de entrada denominada Vin. El chip FTDI FT232RL lo tiene este tipo de Arduino el cual es alimentado solamente cuando se conecta el cable USB.

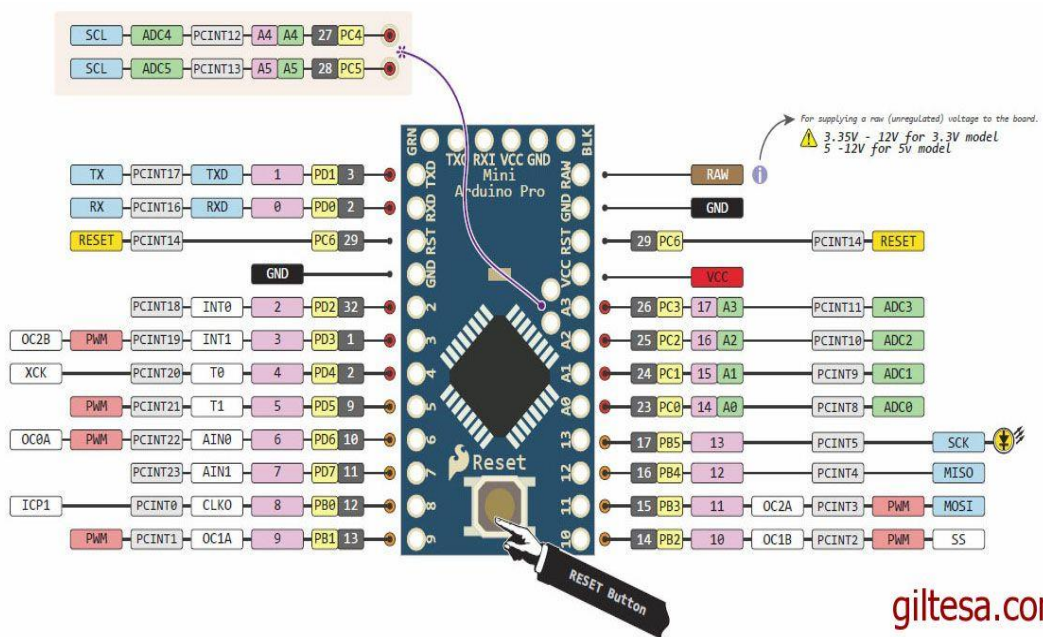
Memoria

Al trabajar con un ATmega168 provee 16KB de memoria flash para almacenar el código, de los cuales 2 KB son reservados para el Bootloader, 1KB para RAM y 512 bytes para la EEPROM.

Características Físicas

Esta versión de tipo nano viene en dimensiones de 45mm x 18mm que tiene un peso de 5 g, en cuanto a su velocidad es de 16 Mhz. La corriente de entrada y salida es de 40mA, los límites de voltaje de conexión o alimentación al Arduino nano va desde 6V hasta 20V pero se recomienda una alimentación de 6V a 12V.

Descripción grafica de cada pin



2.10.4 Software IDE de Arduino

El software de Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) es un lenguaje propio que utiliza esta plataforma que es de alto nivel denominado Processing que es igual como el C++. Pero existen otros softwares que puede correr en Arduino.

2.10.4.1 Bocetos de escritura (sketch)

Estos son los programas escritos a través del IDE de Arduino y cada uno de estos archivos se guardan con la extensión (.ino).

En este entorno tenemos varias opciones para el manejo de cada boceto o programa como podemos ver en la siguiente imagen.

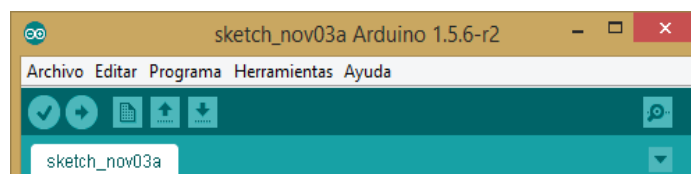


Figura. 40-2: Boceto de programación para Arduino.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>

En los bocetos podemos apreciar en su primera fila corresponde al nombre del boceto al guardarse este nombre estará acompañado de su extensión .ino.

La siguiente fila podemos ver que existe un menú contenido por: Archivo, Editar, Programa, Herramientas, Ayuda.

Archivo

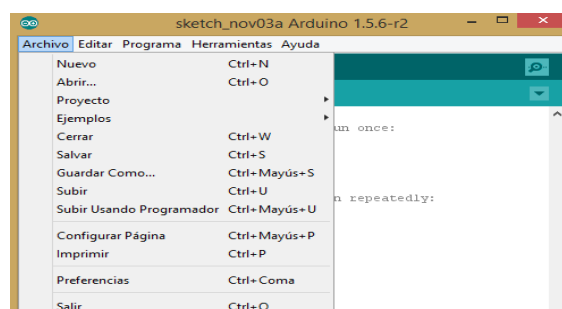


Figura. 41-2: Despliegue del ícono Archivo.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>

Dentro de esta opción tenemos varias opciones:

- ✓ Nuevo.- Crea un nuevo boceto de edición el cual dentro de ello por default se crea 2 estancias en cuanto a void setup y void loop.
- ✓ Abrir.- A través de este podemos realizar una búsqueda de archivos de Arduino y poder cargarlos.
- ✓ Proyecto.- Este muestra bocetos dentro de una carpeta.
- ✓ Ejemplos.- Nos muestra ejemplos cargados por Librerías nuevas cargadas y por los que viene por default en el programa.
- ✓ Guardar.- Guarda el boceto con el mismo nombre a nuevos cambios en el boceto ya existente, si no existe pues este nos crea y también su dirección a ser guardado.
- ✓ Guardar como.- Nos permite guardar el boceto actual con otro nombre y dirección.
- ✓ ConFigurar Pagina.- Muestra la configuración de página para la impresión.
- ✓ Imprimir.- Imprime el código del Arduino según el configurar página.
- ✓ Preferencias.- Abre la ventana de preferencias de ajustes del IDE del Arduino, para la personalización.
- ✓ Salir.- Este cierra el IDE de Arduino.

Editar



Figura. 42-2: Ícono Editar.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>

- ✓ Deshacer/Rehacer.- Estas son opciones de avance o retroceso en cuanto a la edición del programa.
- ✓ Cortar/Copiar/Pegar.-Opciones básicas en cuanto al tratado de escritura.
- ✓ Copiar como HTML.- Copia desde el Sketch como HTML, este sirve para incrustar en páginas web.

Programa

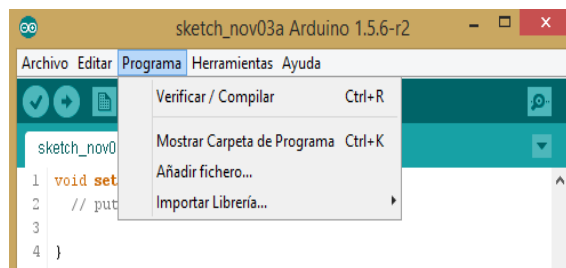


Figura. 43-2: Ícono Programar.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>

- ✓ Verificar/Compilar.- Permite ver errores en el Programa.
- ✓ Mostrar carpeta de programa.-Muestra la carpeta donde se sitúa el programa.
- ✓ Añadir Fichero.-Permite cargar nuevas librerías al IDE de Arduino.
- ✓ Importar Librería.-Permite cargar en el sketch la librería la que se pretende utilizar.

Herramientas.

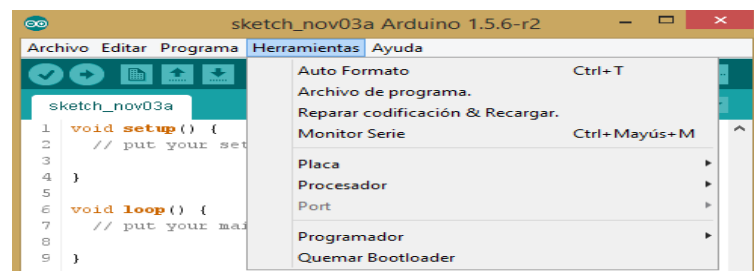


Figura. 44-2: Ícono de Herramientas.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>

- ✓ Auto Formato.-Este formatea en cuanto a los guiones de apertura y de cierre se alinean, y las sentencias entre ellas obtienen más sangría.
- ✓ Archivo de Programa.-Realiza una copia de archivo en formato .Zip en la misma dirección del programa.
- ✓ Reparar codificación & Recargar.-Corrige diferencias entre la codificación editor de mapas y otros sistemas operativos.
- ✓ Monitor Serie.-Abre una ventana de visualización de intercambio de datos, conectado hacia una placa compatible.
- ✓ Placa.- aquí logra seleccionar el tipo de placa o tarjeta con la que esté trabajando.
- ✓ Port.- Selecciona el puerto que automáticamente es reconocido al ser enchufado por el puerto USB.
- ✓ Programador.-Selecciona un programador de hardware al programar un chip y no utiliza la conexión USB de serie a bordo.
- ✓ Quemar Bootloader.- Permite grabar un gestor de arranque en el microcontrolador de una placa Arduino esto es más bien enfocado si existe un cambio de ATmega microcontrolador.

Ahora en el siguiente esquema podemos apreciar botones como: Verificar, Subir, Nuevo, Abrir, Salvar y Monitor serie.



Figura. 45-2: Esquema de herramientas del Software Arduino.

FUENTE: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>

- ✓ Verificar.- Este compila cada sentencia realizada en el sketch.
- ✓ Subir.-Permite cargar nuestro programa en el Arduino.

- ✓ Nuevo.-nos crea un nuevo Sketch.
- ✓ Abrir.- abre un sketch ya creado.
- ✓ Salvar.-guarda.
- ✓ Monitor Serie.-Permite ver el intercambio de información entre el Pc y nuestro Arduino.

2.10.5 Sentencias de programación en Arduino

El software de Arduino está basado en Lenguaje C el mis echo hace que soporte las mismas funciones de C y otras de C++ para lo cual existe estructuras y sintaxis propio del programa.

2.10.5.1 Sintaxis

Existen varios caracteres necesarios para lograr una compilación exitosa.

- Punto y coma, corchetes (; , { }) : El punto y coma es un delimitador de sentencias por cada fila de código, mientras que los corchetes son delimitadores de un conjunto de sentencias.
- Doble Slash (/): Al poner al principio de cada frase se convertirá en comentario caso que no afectara a la compilación del programa.
- Cabeceras (#define, #include): Estas se utiliza para librerías que están cargadas con anterioridad en IDE de Arduino.
- Operadores aritméticos (+, -, *, /, %): Pues muy utilizados en cada software de programación.
- Asignación (=): Asigna un valor o carácter a un variable según sea el caso.
- Operadores de Comparación (== , != , < , > , <= , >=):Comparaciones necesarias, la comparación en cuanto != significa diferencia.
- Operadores Boléanos (&&,||,): Corresponde a los comparadores and y or.

- Operadores de Bits (&, |, ^, ~, <<, >>): Operaciones en formato binario como multiplicación, desplazamiento.
- Incremento y decremento de variables (++,-): Pues incrementa o decrementa una unidad a la variable asignada.

Estructuras

- Condicionales: tenemos if, if else, switch case.
- Bucles de repetición continua: for, while, do-while.
- Bifurcaciones y Saltos: existen break, continue, return, goto.

Tipos de Variables

- Representación de niveles altos y bajos ya sea en modo entrada o salida se lo representa como HIGH/LOW.
- Configuración de entrada o salida INPUT, OUTPUT.
- True/False estos son asignados como booleanos en cuanto aun cero lógico y uno lógico.

Tipos de Datos

En los cuales tenemos tipos booleano, char, byte, int, Word, long, float, double, string, array.

Funciones

- pinMode: Determina a un pin digital en forma de salida o entrada.
- digitalWrite: A un pin digital determinado como salida genera un high o Low.
- digitalRead: A un pin digital determinado como entrada realiza la lectura de un high o Low.

- analogRead: Realiza una lectura analógica a través de sus pines específicos analógicos.
- analogWrite: Realiza una criatura analógica a través de un Pin.
- delay: Genera un retardo de tiempo en cantidad de milisegundos.
- delayMicroseconds: Genera un retardo de tiempo en cantidad de microsegundos.
- attachInterrupt/detachInterrupt: Activación y desactivación de interrupciones externas.

2.11 LABVIEW

2.11.1 Definición.



Figura. 46-2: Programa LabVIEW

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

LabVIEW es una plataforma y entorno de desarrollo para un lenguaje de programación visual, que constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para diversas aplicaciones que involucran control, adquisición, análisis y presentación de datos, así también se lo denomina como lenguaje G de National Instruments.

2.11.3 VI Y subVIs

Los programas desarrollados con LabVIEW o los ficheros que se generan son llamados Instrumentos Virtuales, o VIs con sus siglas en inglés, denominados así porque tienen la apariencia y el funcionamiento que se asemejan a un instrumento real presentando así una interfaz muy interactiva con el usuario.

Al diseñar una aplicación en LabVIEW, se realiza desde el VI más general en el que se define todas las entradas y salidas de la aplicación a realizar, posterior a esto se realizan los subVIs que realizan tareas más fáciles dentro del VI general. El uso de subVIs nos permite diseñar aplicaciones que son muy fáciles de comprender, depurar, mantener y el uso de elementos comunes varias veces dentro de la misma aplicación.

Así también, posee un entorno integrado para la comunicación con hardware RS232, RS485, control de instrumentación VXI, GPIB, tarjetas de adquisición de datos plug-in, comunicación en serie, además tiene incorporado extensas librerías de funciones y subrutinas para estándares de software como TCP/IP y ActiveX.

2.11.2 Estructura del entorno en LabVIEW

Cada VI tiene dos partes muy importantes y principales que son: Panel frontal o conocido como la interfaz con el usuario y el diagrama de bloques o llamado código de fuente.

Los elementos básicos que se encuentran en el entorno LabVIEW son los menús, las barras de herramientas y las paletas flotantes que se encuentran en cualquier posición de la pantalla de la interfaz de visualización.

2.11.2.1 Barra de herramientas Principal

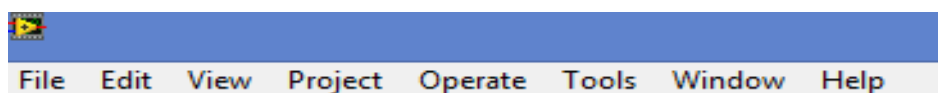


Figura. 47-2: Barra de Herramientas de LabVIEW.

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

- File:** Las opciones de este menú son para la realización de operaciones estándar con archivos como Abrir, Guardar, Imprimir, Salir, etc.
- Edit:** Donde se realizan las operaciones copiar, pegar, cortar, búsqueda en el VI.
- View:** Donde se puede seleccionar las paletas de funciones y las paletas de control.
- Project:** Crea y abre los proyectos.
- Operate:** Permite realizar un control de la ejecución del archivo, cambiar el modo de ejecución, parar, etc.
- Tools:** Muestra varias aplicaciones del VI.
- Windows:** me permite tener diferentes vistas de la interfaz de visualización como observar las listas de errores, mirar el diagrama, opciones de las funciones y controles.
- Help:** Ícono que ofrece ayuda de los recursos del entorno así también enlaces a internet.

2.11.2.2 Barra de Herramientas del Panel Frontal

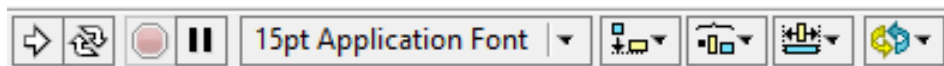


Figura. 48-2: Panel Frontal LabVIEW.

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>



RUN: Ejecuta el programa que se está realizando.



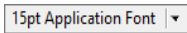
RUN CONTINUO: Este ícono ejecuta la aplicación continuamente del VI.



STOP: Para abortar la ejecución del programa por completo.



PAUSA: Pausa en cualquier instante de la ejecución del programa en la que si se presiona nuevamente la ejecución continuará.



FUENTE: Menú que me permite seleccionar los tipos de letras en los textos y en los objetos.



ALINEACIÓN: Opción que me permite alinear todos los objetos tanto en el panel frontal como en el Diagrama de Bloques.



DISTRIBUCIÓN: Ícono que nos permite una distribución uniforme de los objetos tanto en el Diagrama de Bloques como en el Panel de Frontal.



REORGANIZACIÓN: Reorganiza la posición de los elementos en los dos paneles del VI.

2.11.2.3 Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques.

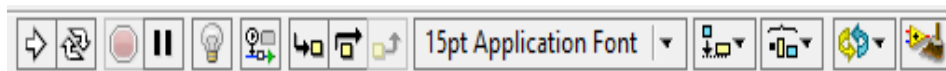


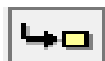
Figura. 49-2: Diagrama de Bloques LabVIEW.

FUENTE: http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

Esta barra contiene las mismas opciones que posee la barra de Panel Frontal solo que se añaden a esta unas herramientas de depuración.



DEPURACIÓN: Permite observar el flujo de datos en el Diagrama de Bloques.



PARO A LA ENTRADA: Sirve para generar un paro a la entrada de un nodo cuando está en modo de depuración.



PARO SOBRE: Sirve para realizar un salto en un nodo cuando se encuentra en el modo depuración.



PARO DE SALIDA: Sirve para salir de un nodo.

2.11.2.4 Panel de Control

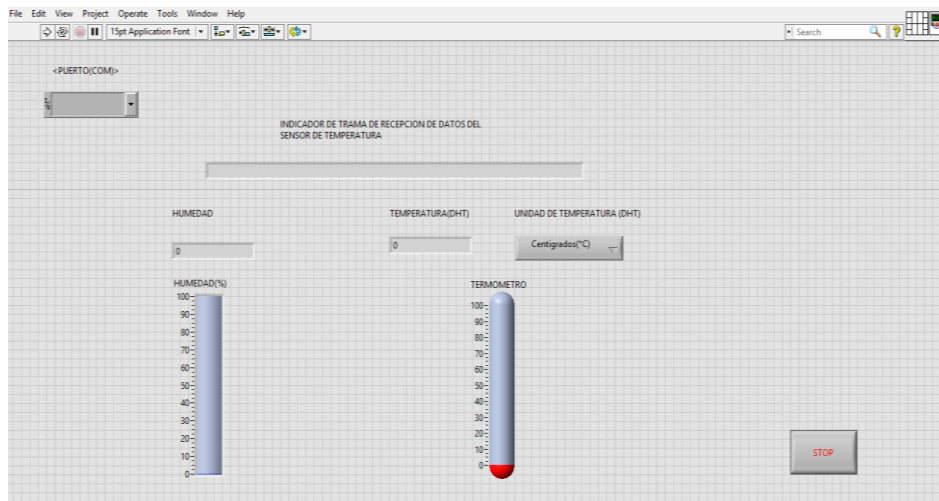


Figura. 50-2: Panel de Control LabVIEW.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

El panel de control es aquella interfaz gráfica del VI con el usuario, interfaz que acoge todas las entradas determinadas por el usuario que serán representadas las salidas por el programa. Está formado por una serie de botones pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc.

Cada uno de los elementos pueden ser definidos como un control, constante o indicador, si se limita como control servirá para colocar parámetros al VI, si se delimita como constante se agregara un valor que permanecerá, mientras que los indicadores se emplearan para indicar los resultados generados, adquiridos o resultado de alguna función matemática.

2.11.2.5 Diagrama de Bloques.

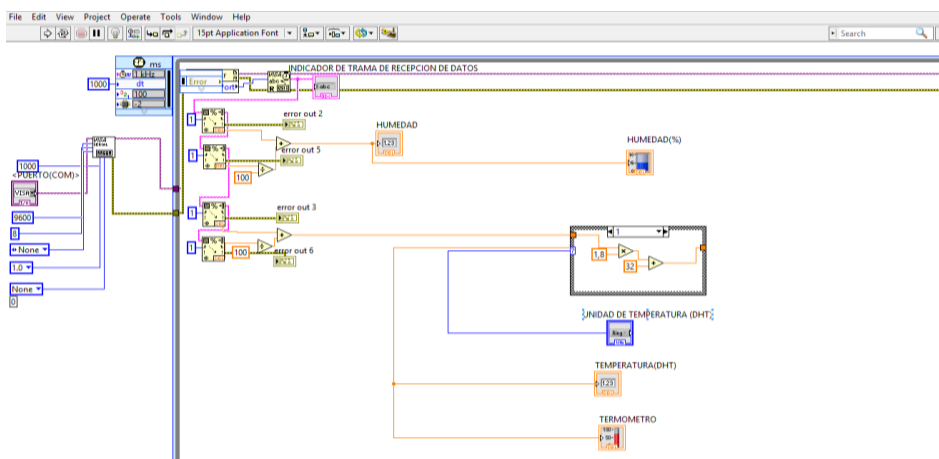


Figura. 51-2: Diagrama de Bloques LabVIEW.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

El Diagrama de Bloques incluye estructuras y funciones que están integradas en las librerías de LabVIEW.

Es así que comprende todo el código fuente del VI, en donde se ejecuta la implementación del programa VI que controla o realiza cualquier proceso de entradas y salidas. Los controles e indicadores que fueron creados en el Panel Frontal se materializan en el Diagrama de Bloques mediante los terminales, funciones y estructura.

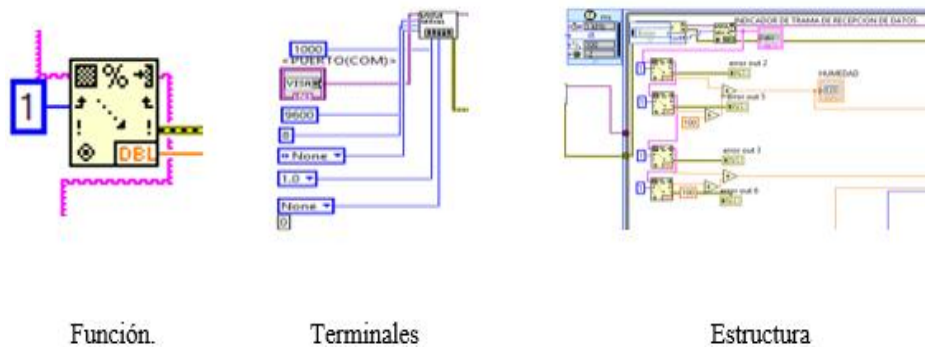


Figura. 52-2: Estructura del Diagrama de Bloques.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Se construye el diagrama conectando los diferentes elementos entre sí, que se asemeja a la conexión de un circuito.

2.11.3 Paletas de herramientas

Son aquellas que se requieren para la creación y modificación tanto en el Panel Frontal como el Diagrama de Bloques. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar todos los objetos tanto del Panel como del Diagrama

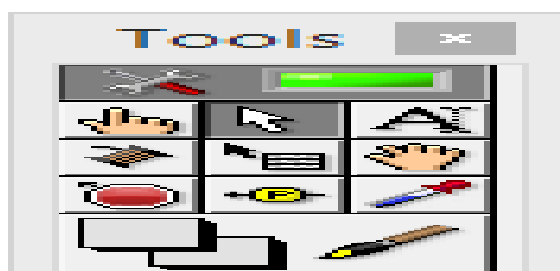


Figura. 53-2: Paleta de Herramientas.

FUENTE: http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

La paleta de herramientas está disponible tanto en el panel de control así como en el diagrama de Bloques para variar sus contenidos. Se utilizan las herramientas para manejar y modificar los contenidos del Panel de Control y del Diagrama.



Operating Tool: Realiza el cambio de los controles



Positioning Tool: Desplaza, selecciona los objetos y cambia de tamaño.



Labeling Tool: Edita texto y crea etiquetas



Wiring Tool: Es aquel que une los objetos en el Diagrama de bloques.



Object Pop-up Menú Tool: Abre el menú desplegable de un objeto



Scroll Tool: Desplaza la pantalla sin necesidad de emplear las barras de desplazamiento



Breakpoint Tool: Fija puntos de interrupción de la ejecución del programa en VIs,

funciones y estructuras



Probe Tool: Crea puntos de prueba en los cables



Color Copy Tool: copia el color para luego establecerlo mediante la siguiente herramienta



Color Tool: Establece el color de los objetos y del fondo.

2.11.4 Paleta de controles

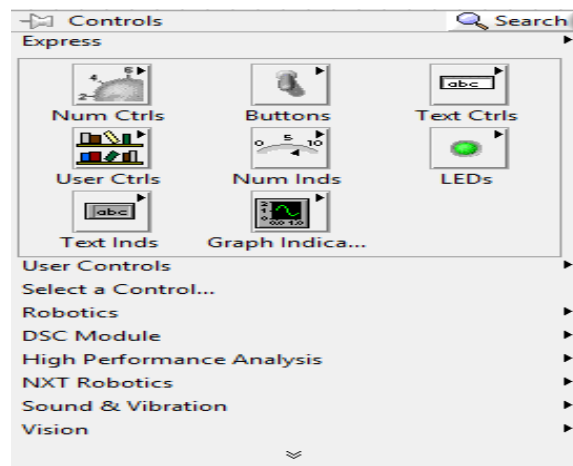


Figura. 54-2: Paleta de Controles.

FUENTE: http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

La paleta de controles se utiliza sólo en el Panel Frontal, donde se pueden colocar todos los controles e indicadores que se utilizarán para generar una interfaz del VI con el usuario.

Un elemento de control utiliza el usuario para interactuar con el VI, introduciendo datos o realizando el control del proceso, como el control de botones, controles deslizantes, cuadros de texto, etc. Un objeto indicador está en el Panel frontal que permite indicar datos al usuario, como son: graficas, medidores analógicos/digitales, termómetros, etc.

Cuando se coloca un control o indicador en el Panel Frontal, automáticamente se genera una terminal en el Diagrama de Bloques.

Algunos elementos que se aprecia en la paleta de controles.



Graph Indica... Graph: representa gráficamente los datos.



Array & Clus... Array & Cluster: Sirve para agrupar elementos



Text Ctrls Text & Ctrls: Para selección de opciones de respuesta



Numeric Numeric: Visualización de datos de manera gráfica.

2.11.5 Paleta de Funciones

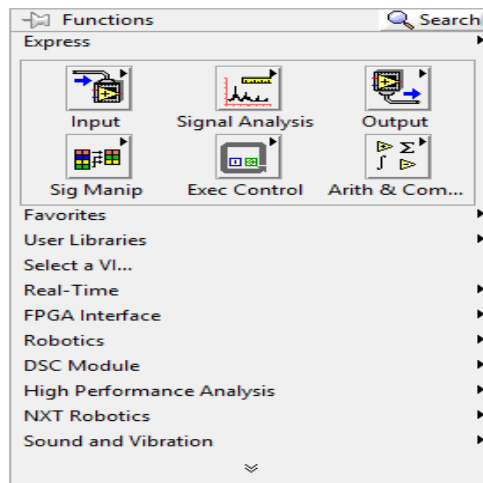


Figura. 55-2: Paleta de Funciones.

FUENTE: http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf.

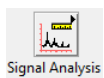
Se ejecuta solo en el Diagrama de Bloques. La paleta de funciones contiene todos los elementos que se necesita en la realización del programa VI, ya sea los diferentes tipos de funciones como las aritméticas, de entrada/salida de datos, entrada/salida de las señales, adquisición de señales, etc.

A continuación se muestra algunos elementos de la paleta de las funciones.



Exec Control

Muestra las estructuras de control del programa, junto con las variables locales y globales.



Signal Analysis

Contiene un submenú en el que se puede elegir una extensa gama de funciones matemáticas



Arith & Com...

Desplaza varias funciones matemáticas para la ejecución de ecuaciones.



Instr Drivers

Muestra los drivers disponibles de los diferentes instrumentos.



Muestra las operaciones para trabajar con ficheros.



Muestra funciones aritméticas.



Realiza un control PID



Se utiliza para un control Fuzzy

2.11.6 Estructura de Programación

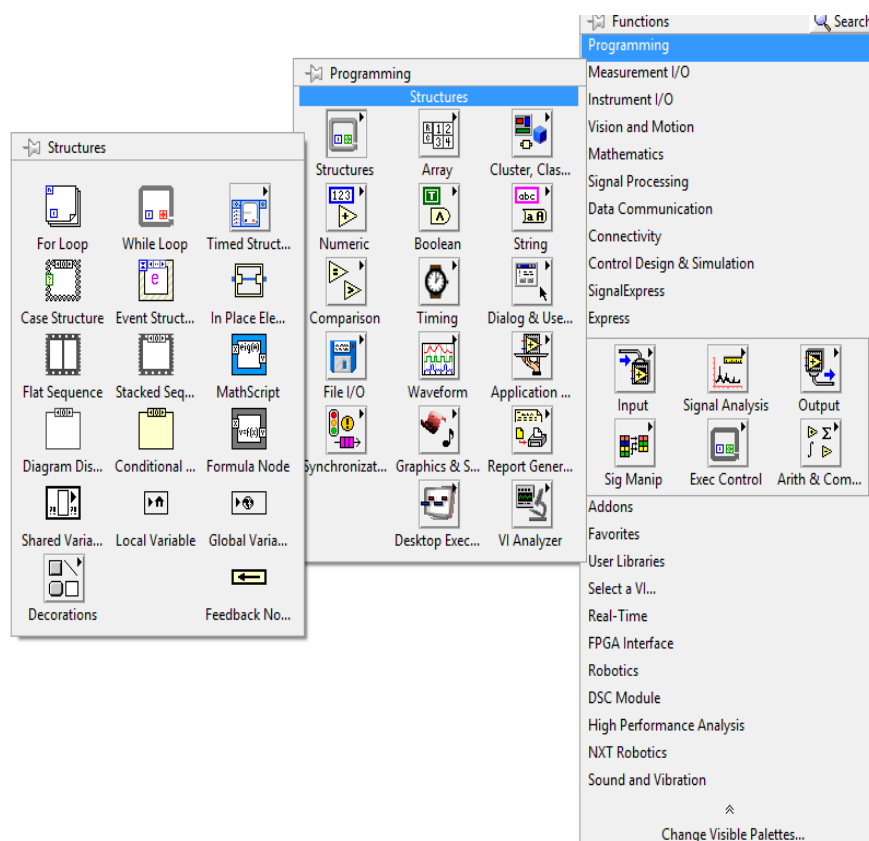


Figura. 56-2: Estructuras de Programación.

FUENTE: http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

Las estructuras que se utilizan en el Diagrama de Bloques son aquellas que hacen un control al flujo del programa, ya sea mediante una secuencia de acciones ejecutándose de manera automática lo que el usuario ha programado en su interior teniendo los datos de entrada disponibles.

Cada una de las estructuras ejecuta un subdiagrama que contiene una colección de nodos, terminales y conductores que están en su interior. El While Loop y el For Loop solo tienen un subprograma, sin embargo, el Case Structure y el Sequence Structure poseen varios subprogramas.

2.11.6.1 Estructura Case

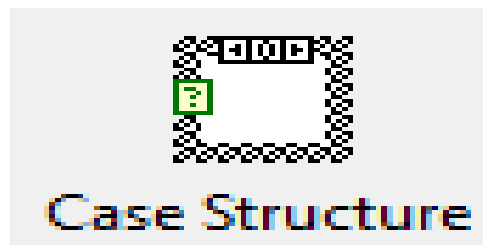


Figura. 57-2: Estructura Case.

FUENTE: http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

Estructura que posee varios subdiagramas, en donde se puede visualizar que en la parte superior del subdiagrama se encuentra el identificador del que está representado en la pantalla, en los lados de esta estructura podemos apreciar unas flechas que permiten cambiarnos de un subdiagrama a otro. El identificador es un valor que elige el subdiagrama que se va a ejecutar a cada momento.

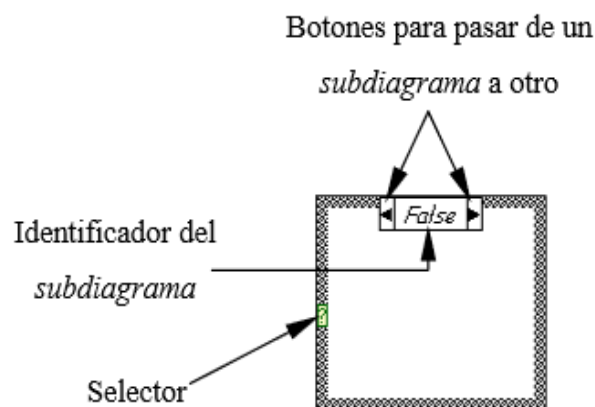


Figura. 58-2: Partes de la estructura Case.

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

2.11.6.2 Estructura Sequence

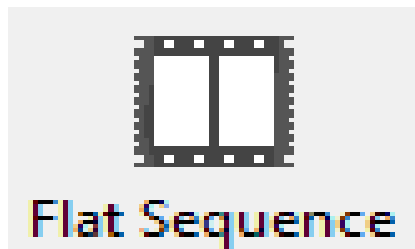


Figura. 59-2: Estructura Sequence.

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

Al igual que la estructura case presenta varios subdiagramas, posee un identificador del subdiagrama que se encuentra en la parte superior, lo que me permite avanzar o retroceder al siguiente subdiagrama.

Esta estructura realiza una sucesión ordenada de la ejecución del programa, para pasar los datos de un subdiagrama a otro se tiene que pulsar el botón derecho del mouse en el borde de la estructura seleccionando la opción Add Sequence local.

2.11.6.3 Estructura For Loop

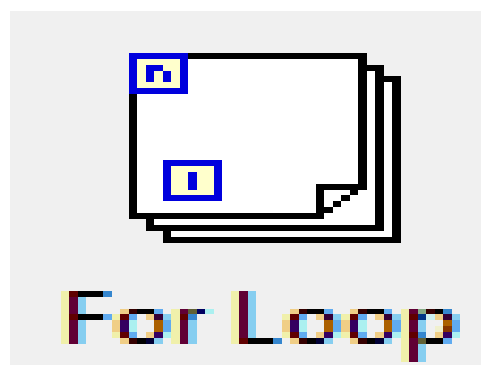


Figura. 60-2: Estructura For Loop.

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

Esta estructura se asemeja al bucle For que se ha estudiado en los lenguajes de programación, que ejecuta el código realizado por el usuario en el interior de la estructura el número que sea determinado.

Para enviar los valores de una interacción a otra, se realizan los Shift Registers que se los crea pulsando el botón derecho del mouse en el borde de la estructura y seleccionando Add Shift Register que consta de un terminal en el borde izquierdo quien se encarga de almacenar el valor que se obtiene en la interacción anterior, y en el otro terminal que está en el borde derecho es aquel que guarda el dato que se genera en la interacción que se está ejecutando.

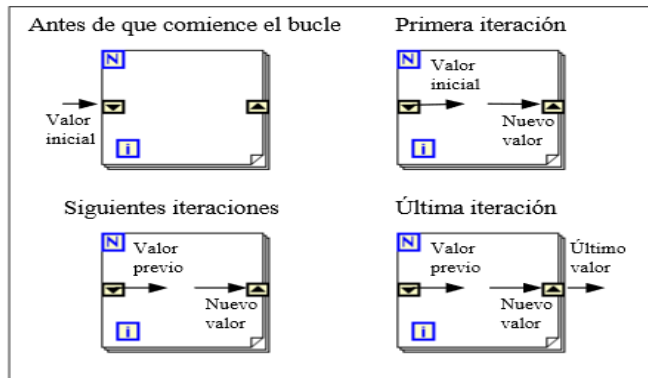


Figura. 61-2: Secuencia de configuración de For Loop

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

Para memorizar los valores que se generaron en varias iteraciones hay que configurar un Shift Register, con el mouse situado en el terminal izquierdo del Shift Register se pulsa el botón derecho y se selecciona la opción Add Element.

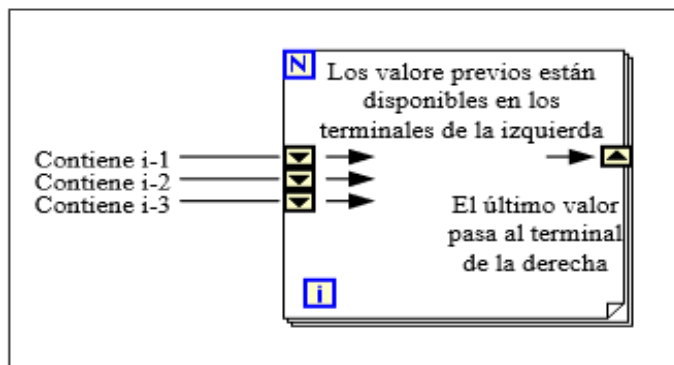


Figura. 62-2: Configuración para guardar memorias

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

2.11.6.4 Estructura While Loop

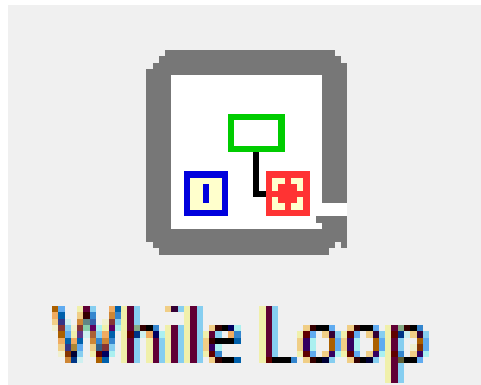


Figura. 63-2: Estructura While Loop.

FUENTE: <http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

Esta estructura es equivalente al bucle While, que es casi idéntico al funcionamiento del for, quien se encarga de comprobar el valor al que se halla conectado el terminal de condición al concluir el bucle.

Esta estructura también puede realizar la función de memorizar los datos que se obtuvieron en la ejecución de la estructura por medio de los Shift Registers.

2.11.7 Tipo de Datos numéricos.

Así como en los diferentes tipos de lenguajes de programación existen diferentes tipos de datos numéricos, en el entorno de LabVIEW existen datos según su naturaleza y el tamaño que ocupa en la memoria.



	TIPO	COLOR	BITS	RANGO
EXP	REAL-Extendido	Naranja	128	$\pm 1.19e+4932$
DBL	REAL-Doble	Naranja	64	$\pm 1.79e+308$
SGL	REAL-Simple	Naranja	32	$\pm 3.4e+38$
I32	Entero-LONG	Azul	32	± 2147483647
I16	Entero-WORD	Azul	16	$-32768..+32.67$
I8	Entero-BYTE	Azul	8	$-128..+127$
U32	NATURAL	Azul	32	$0..4294'967.295$
U16	NATURAL	Azul	16	$0..65.535$
U8	NATURAL	Azul	8	$0..255$
CXT	COMPLEJO	Naranja	2^*128	$2^*\pm 1.19e+4932$
CBD	COMPLEJO	Naranja	2^*64	$2^*\pm 1.79e+308$
CSG	COMPLEJO	Naranja	2^*32	$2^*\pm 3.4e+38$

Figura. 64-2: Tipos de Datos en LabVIEW.

FUENTE:<http://www.ie.itcr.ac.cr/einteriano/control/Labview/ParaAprender/Curso%20LabVIEW6i.pdf>

2.11.8 Aplicaciones

La plataforma de LabVIEW se aplica en áreas muy grande como son:

- Desarrollo de procesos de control industrial.
- Sistemas de medición.
- Monitoreo de procesos.
- Sistemas de monitoreo en transporte.
- Aplicaciones de procesos de control.
- Así también en el proceso digital de señales.
- Procesamiento en tiempo real de monitoreo.
- Aplicaciones biomédicas.
- Automatización industrial.
- Diseño de filtros digitales.
- Generación de señales y más...

2.11.9 Ventajas

El empleo de LabVIEW nos proporciona las siguientes ventajas.

- ✓ Ya que es una programación muy fácil de aprender e intuitiva se reduce el tiempo de realizar las aplicaciones.
- ✓ Permite realizar cambios, actualizaciones del hardware y software ya que posee una gran flexibilidad del sistema.
- ✓ Permite al usuario desarrollar soluciones completas.
- ✓ Su sistema permite agrupar funciones de análisis, adquisición y presentación de datos.
- ✓ Posee un compilador que logra una ejecución a una velocidad muy alta.
- ✓ Permite la incorporación de aplicaciones que tiene otros lenguajes.

CAPITULO III

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Calibración de sensores

Los dispositivos complejos actuales de alta tecnología, integran muchas funciones automáticas: Identificación, calibración, comprobación, etc., que permiten obtener sensores que no solo entregan una sola señal digital, sino además linealizado, calibrada, robusta y compatible con otros dispositivos.

Estos dispositivos han permitido aumentar la eficiencia, calidad y velocidad de los procesos de desarrollo e investigación.

Los sensores inteligentes diseñados se definieron bajo una norma que permitiera su interconexión: la Norma IEEE-P1451 (Transducer to Microprocessor Interface), la cual fija las directivas de los sensores inteligentes, así como la comunicación con el bus digital.

Diagrama del sensor MS4525DO velocidad del viento.

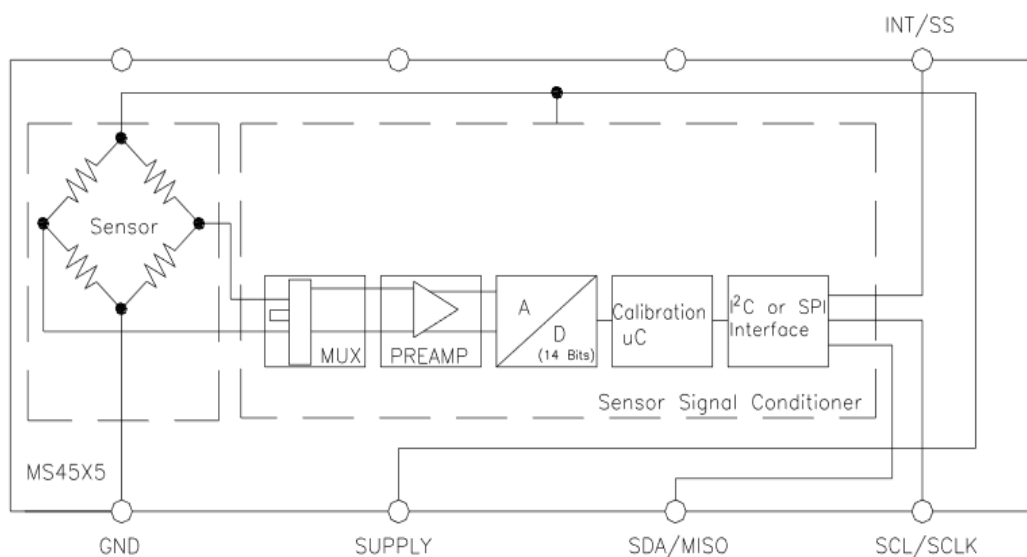


Figura. 65-3: Esquema del circuito integrado del sensor digital MS4525DO.

FUENTE: <http://www.meas-spec.com/downloads/MS4525DO.pdf>

Este es un circuito integrado del sensor en donde me indica un puente de Wheatstone para mantener en equilibrio su voltaje y corriente ante todas las variaciones de las variables, en la parte del sensor de la señal de acondicionamiento en donde apreciamos que vía un multiplexor entrega información que será pre amplificada la señal en la que se encargara de corregir los errores, para luego pasar de analógico/digital e inmediatamente entrara en un proceso de calibración y normalización por el microcontrolador que finalmente obtendremos la información bajo una comunicación I2C.

Diagramas del sensor BMP 180 presión atmosférica y velocidad.

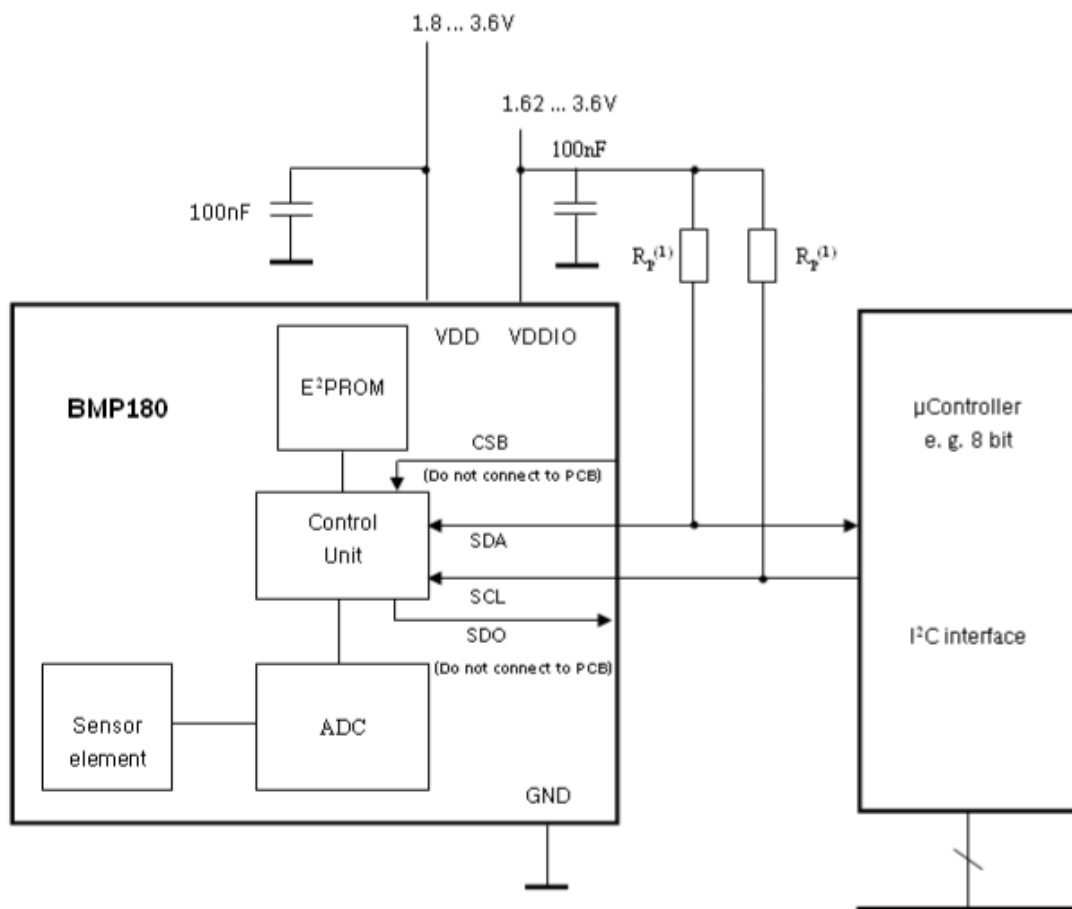


Figura. 66-3: Diagrama del circuito integrado del sensor BMP180.

FUENTE: <http://www.adafruit.com/datasheets/BST-BMP180-DS000-09.pdf>

Circuito integrado que posee su interfaz que es el acondicionamiento de la señal, conversión de la señal analógica a digital, su calibración, linealización, y transmitida a la red.

Diagrama del sensor AOSONG AM2302

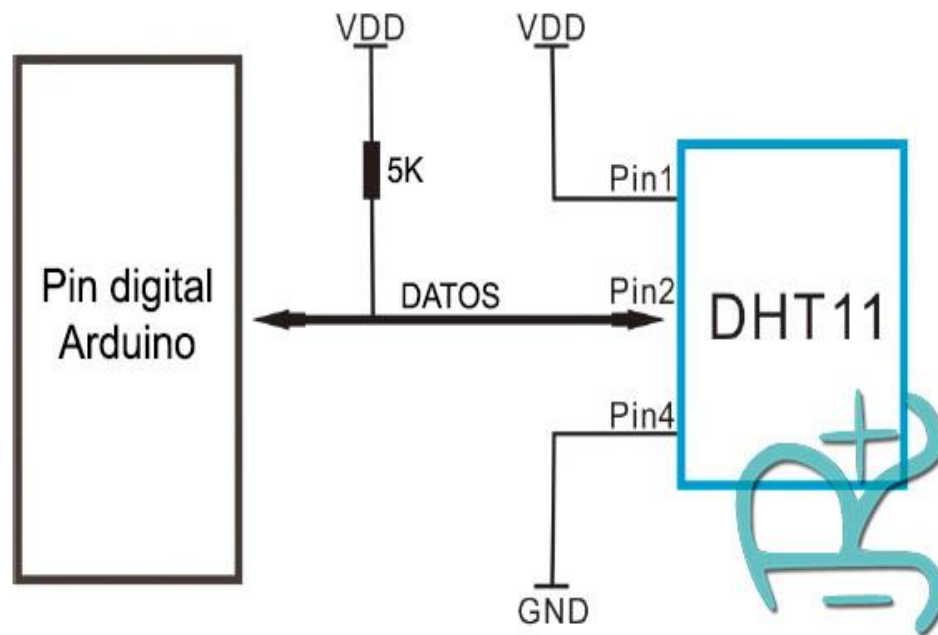


Figura. 67-3: Esquema del Circuito integrado del sensor AM2302 o DHT22.

FUENTE: <http://rduinostar.com/documentacion/datasheets/dht22-caracteristicas-am2302/>

Sensor encapsulado que emite una señal digital a través de un solo bus.

3.2 Transmisión de Datos

Para la transmisión de datos se realizó un acoplamiento al diseño de la placa un dispositivo Xbee PRO S1, quién se encargara de la emisión de los datos mediante una comunicación inalámbrica punto a punto en línea de vista de los diferentes sensores como son temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad del viento y altura.

Este envía una trama concatenada desde el Arduino.

```

dato=String("A")+String(h)+String("A")+String(temdht)+String("A")
+String(tembmp)+String("A")+String(presion)+String("A")+
String(altura)+String("A")+String(presionmar)+String("A")+
String(alturacalculada)+String("A")+String(P_dat)+String("A")+
String(densair);

Serial.println(dato);
delay(1000);
}

```

Figura. 68-3: Código para la trama de datos de Arduino.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

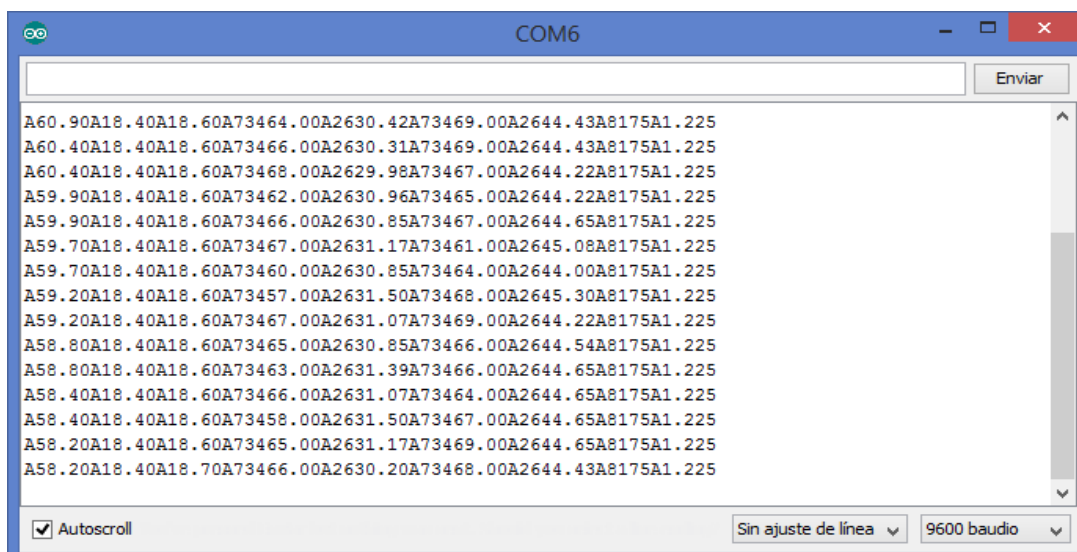


Figura. 69-3: Visualización de la trama de Datos.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

3.3 Recepción de Datos

Para la recepción de datos inalámbricamente tenemos una shield con el Xbee PRO s1 que es acoplada al Arduino, quien receptara los datos bajo una programación en lenguaje Arduino y que será visualizado en la plataforma de Labview por medio de una trama que luego será desfragmentada para presentar ordenadamente de manera gráfica los datos de los sensores.

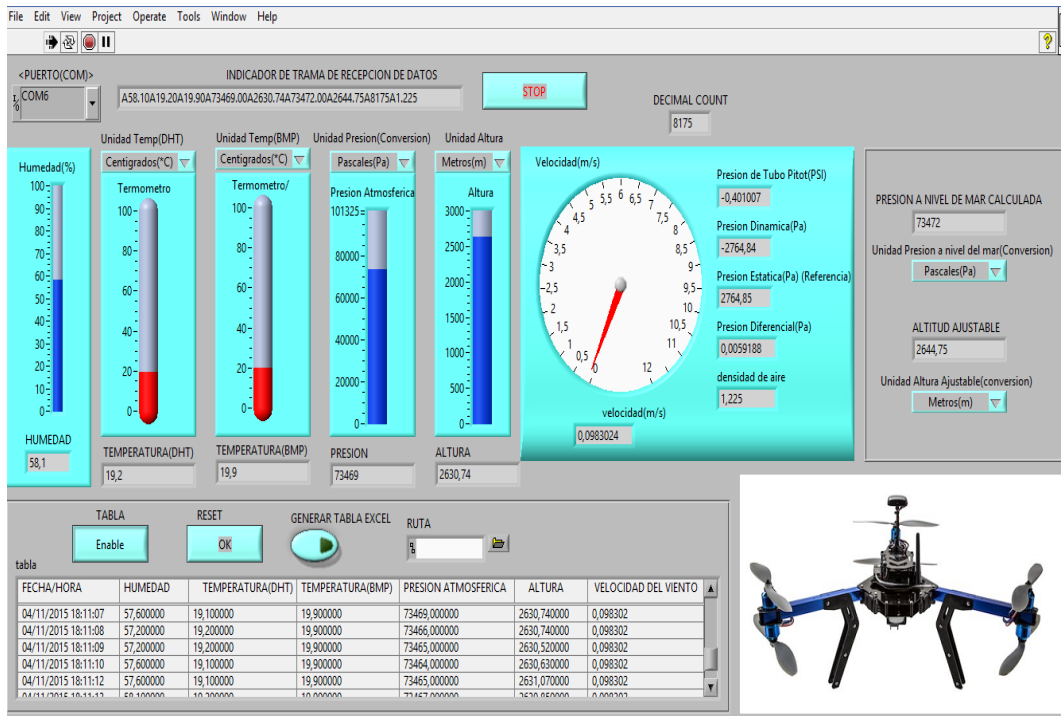


Figura. 70-3: Visualización de la trama de datos en la plataforma de LabVIEW.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

3.4 Almacenamiento de Datos

Para el almacenamiento de los datos se ha realizado una programación en Labview en donde me permite almacenar los datos generados cada segundo por los sensores mediante la comunicación inalámbrica en una hoja de Excel.

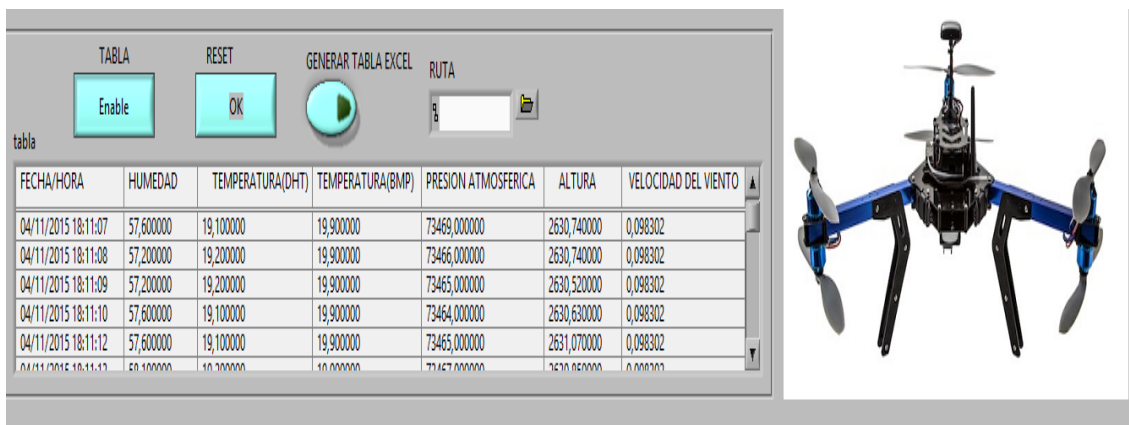
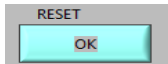


Figura. 71-3: Visualización en el entorno de LabVIEW el almacenamiento de datos.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



TABLA (ENABLE): Botón que me permite la adquisición de datos llenando en la tabla.



RESET (OK): Nos permite realizar un reseteo en la tabla.



GENERAR TABLA EXCEL: Genero directamente los datos en una tabla de Excel

3.5 Código de Programa en Arduino.

Existen dos programaciones, en el que utilizamos un Arduino mega en el que se acopla el transmisor quien se encarga de realizar la lectura de los sensores de cada una de las variables meteorológicas antes mencionadas, una vez receptado los datos estos son convertidos en formato string y agrupado en una trama en la que el Arduino uno quien trabaja como receptor, recepta esta trama y lo envía serialmente hacia nuestro entorno grafico de LabVIEW.

3.15.1 Código Emisor.

```
#include <Wire.h> //I2C library 0x28H

long Press_H;

long Press_L;

long P_dat;

String dato;

//*****

#include "DHT.h"

#define DHTPIN 2

#define DHTTYPE DHT22
```



```

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

//*****

#include <Wire.h>

#include <Adafruit_BMP085.h>

Adafruit_BMP085 bmp;

//*****

// variables de tipo String

String densair="";

void setup() {

Serial.begin(9600);

Wire.begin();

dht.begin();

if (!bmp.begin()) {

Serial.println(" ERROR!! COMUNICACION I2c sensor BMP180!");

while (1) {}

}

delay(500);

}

void loop() {

float h = dht.readHumidity();//1

```

```
float temdht = dht.readTemperature();//2

if ((h>=0)&&(h<5)){

densair="1.292";

}

if ((temdht>=5)&&(temdht<10)){

densair="1.269";

}

if ((temdht>=10)&&(temdht<15)){

densair="1.246";

}

if ((temdht>=15)&&(temdht<20)){

densair="1.225";

}

if ((temdht>=20)&&(temdht<25)){

densair="1.204";

}

if ((temdht>=25)&&(temdht<30)){

densair="1.184";

}

if ((temdht>=30)&&(temdht<35)){
```

```

densair="1.164";

}

if ((temdht>=35)&&(temdht<40)){

densair="1.1452";

}

if ((temdht>=40)&&(temdht<45)){

densair="1.127";

}

Wire.requestFrom(0x28, (int) 4);//Request 4 bytes need 4 bytes are read

Press_H = Wire.read();

Press_L = Wire.read();

Press_H = Press_H & 0x3f;

P_dat = (((unsigned int)Press_H) << 8) | Press_L;

if (P_dat<=8175){

P_dat = 8175;

}

////////////////////////////////////

Wire.requestFrom(0x77, (int) 5);

float tembmp=bmp.readTemperature();//3

float presion = bmp.readPressure();//4

```

```

float altura = bmp.readAltitude();//5

float presionmar=bmp.readSealevelPressure();//6

float alturacalculada= bmp.readAltitude(101500);//7

dato=String("A")+String(h)+String("A")+String(temdht)+String("A")+String(tembmp)+String(
"A")+String(presion)+String("A")+String(altura)+String("A")+String(presionmar)+String("A")
+String(alturacalculada)+String("A")+String(P_dat)+String("A")+String(densair);

Serial.println(dato);

delay(1000);

}

```

3.5.1 Código Receptor

```

String readString;

String recepto;

void setup() {

Serial.begin(9600);

}

void loop() {

receptardatos();

}

void receptardatos(){/// INICIO DE FUNCION receptardatos()

while (Serial.available()) {

```

```

delay(10);

if (Serial.available() >0) {

char c = Serial.read();

readString += c;

}

}

if (readString.length() >0) {

recepto = readString;

Serial.print(recepto);

readString="";

}

delay(55);

} /// FINAL DE FUNCION receptardatos()

```

3.6 Entorno Gráfico en LabVIEW

En este entorno se visualiza los datos adquiridos receptando en forma de trama en un formato string, en el que LabVIEW se encarga de desfragmentar cada dato que es necesario a mostrarse ya sea de forma gráfica y numérica. En la parte de la velocidad del viento se realiza un cálculo que se basa el cálculo de la velocidad del viento en base a la presión diferencial con la densidad del aire.

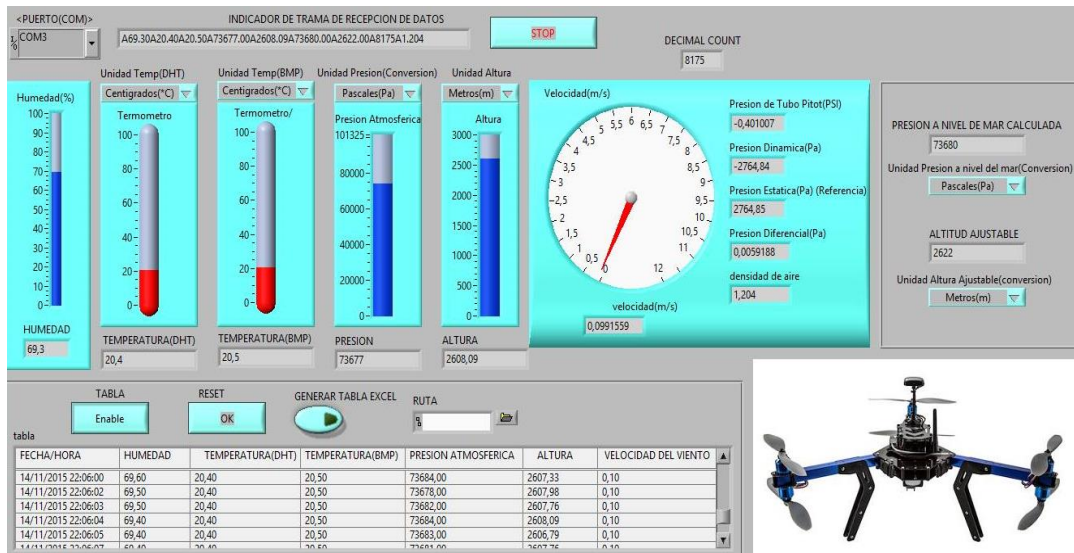


Figura. 72-3: Entorno principal de LabVIEW.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

3.16.1 Comunicación serial con el Receptor.

Es la Etapa de recepción de los datos adquiridos de los sensores bajo comunicación serial con el receptor en forma de trama.

En la Figura siguiente se aprecia la visualización de la trama de datos censados que bajo comunicación serial se receipta con el módulo Xbee y se aprecia en el Panel Frontal del entorno gráfico de LabVIEW.

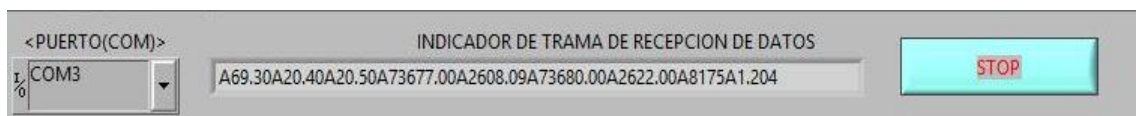


Figura. 73-3: Visualización de la recepción de la trama de datos en LabVIEW.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

En el diagrama de Bloques de la plataforma de LabVIEW apreciamos la recepción de la trama de datos que será desfragmentada por un elemento propio del software.

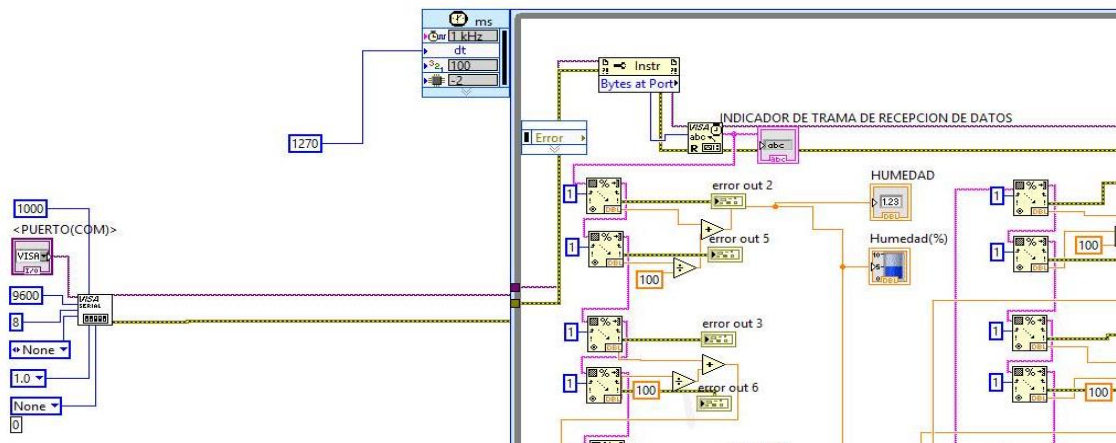


Figura. 74-3: Visualización de la trama en el Bloque de Diagramas en LabVIEW.

FUENTE: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

3.16.2 Desfragmentación de la trama de datos recibida.

Este trabaja con la función Scan from String, quien realiza la desfragmentación de la trama recibida en formato string, está compuesta por input string, initial scan location, error in, remaining string, offset past scan, out put, error out.

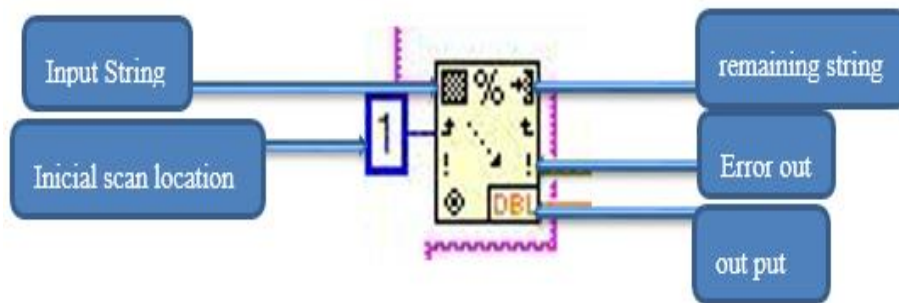


Figura. 75-3: Desfragmentación de la trama de cada uno de los datos.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

La trama recibida por el indicador de recepción de datos ingresa por el input string quien realiza su escaneo de los números desde la posición 1 hasta encontrar una letra en la cual por el out put nos entrega el dato escaneado, mientras el remaining string nos da la trama restante desde donde encontró una letra, así siendo sucesivamente hasta desfragmentar el último dato concatenado en la trama.

En el entorno de LabVIEW se puede apreciar los datos adquiridos en forma gráfica y numérica de cada una de las variables.

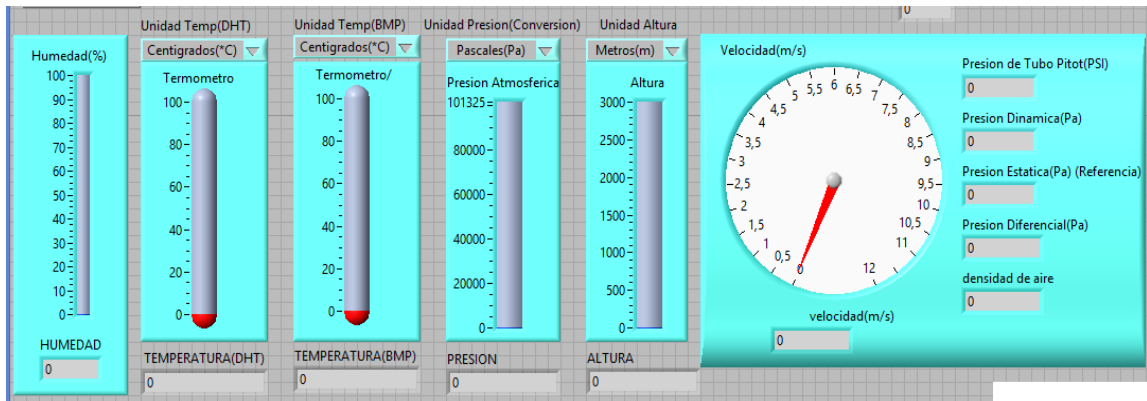


Figura. 76-3: Visualización de las variables en forma gráfica y numérica.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Aquí se establece las fórmulas de conversión para el dato que se adquiere del sensor de velocidad MS4525DO.

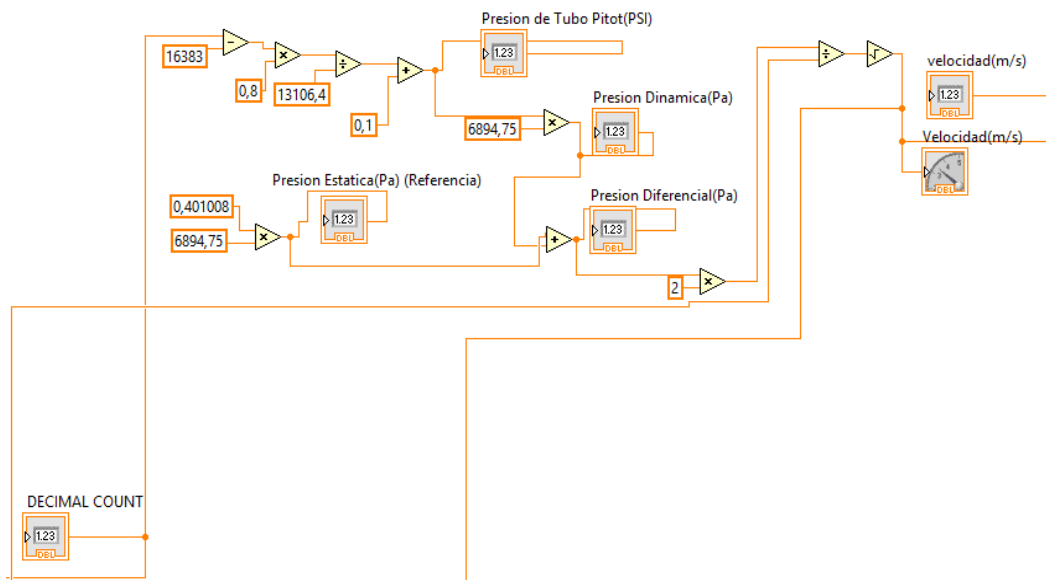


Figura. 77-3: Adquisición de datos del sensor de velocidad y aplicación de fórmulas.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Para obtener la presión diferencial de nuestro sensor receptamos el dato en forma dimensional, denominada decimal count.

Mediante la siguiente fórmula obtenemos la presión dinámica con el dato del sensor en PSI.

$$P_{dinámica} = \frac{(decimal\ count - 16383) \cdot (P_{max} - P_{min})}{(0.8)(16383)} + P_{min}$$

3.16.3 Conversión de datos a unidades Atmosféricas.

El usuario puede realizar una conversión de unidades de cada una de las unidades en cuanto a temperatura, presión y altura.

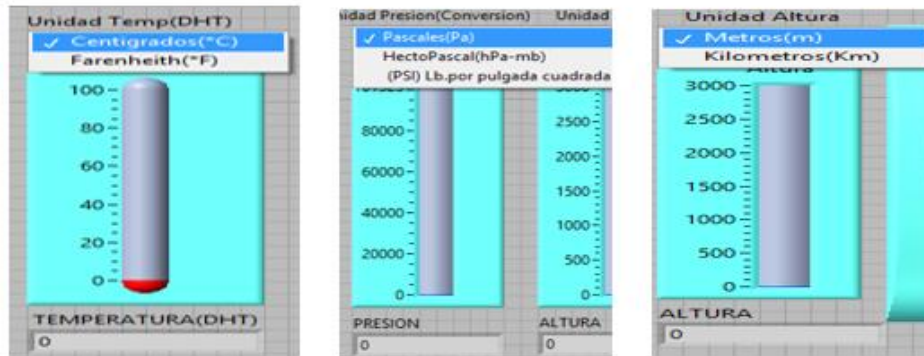


Figura. 78-3: Visualización de la conversión de unidades en el Panel Frontal.

FUENTE: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Se realizó bajo las estructuras que tiene el entorno gráfico con el que se ha realizado la conversión apropiada para las variables de temperatura, velocidad y altura.

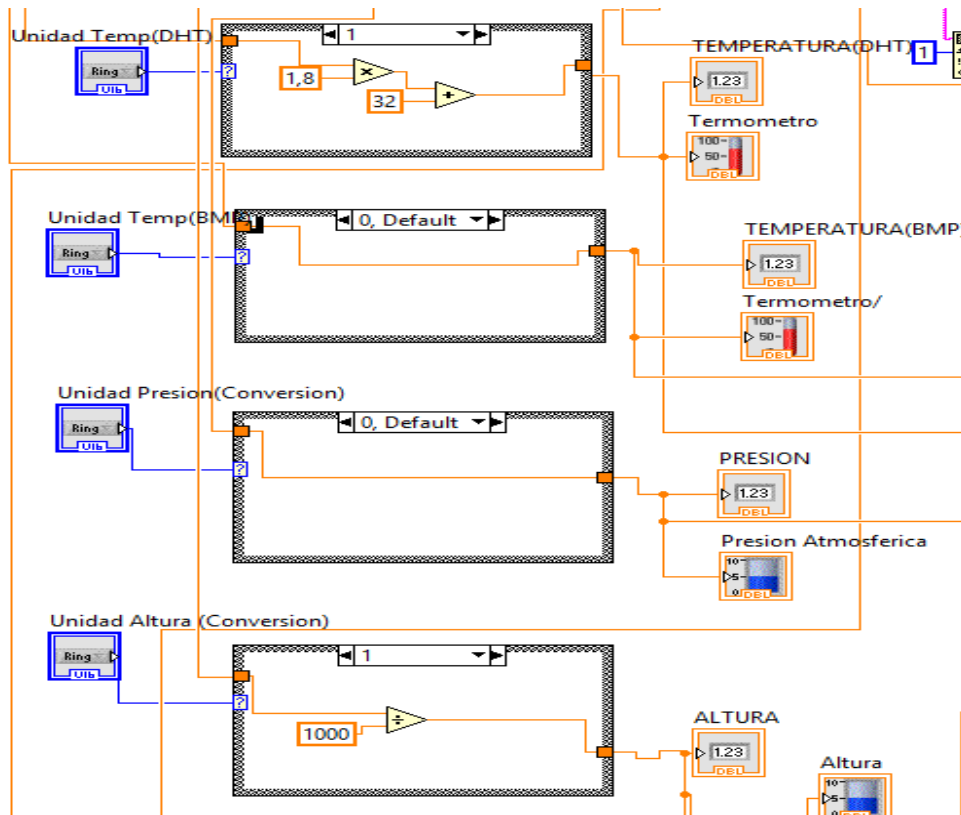


Figura. 79-3: Conversión de unidades en el Diagrama de Bloques.

FUENTE: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.11.1 Diseño del circuito.

Para el acoplamiento de los sensores se realizó un circuito mediante un programa Eagle de diseño de programas y PCBs con la aplicación de auto enrutador que a continuación se detalla el procedimiento.

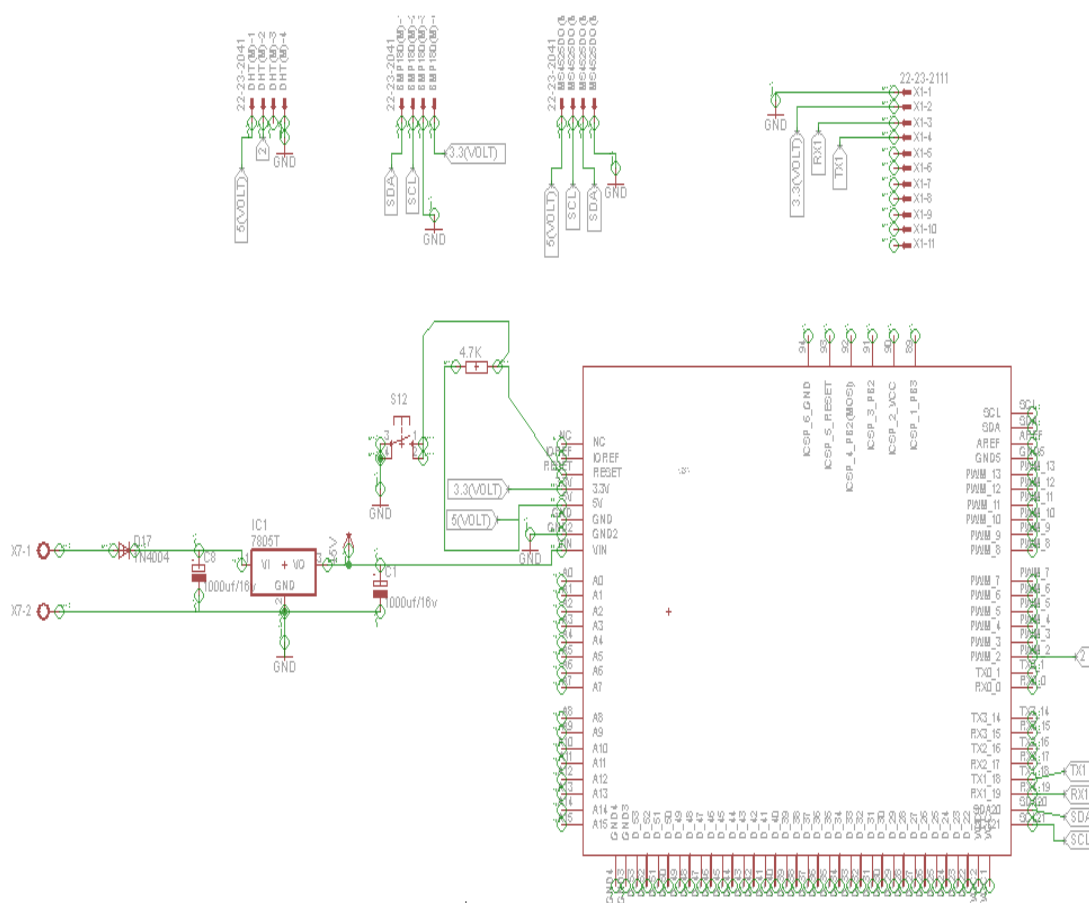


Figura. 80-4: Circuito Esquemático de los sensores.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

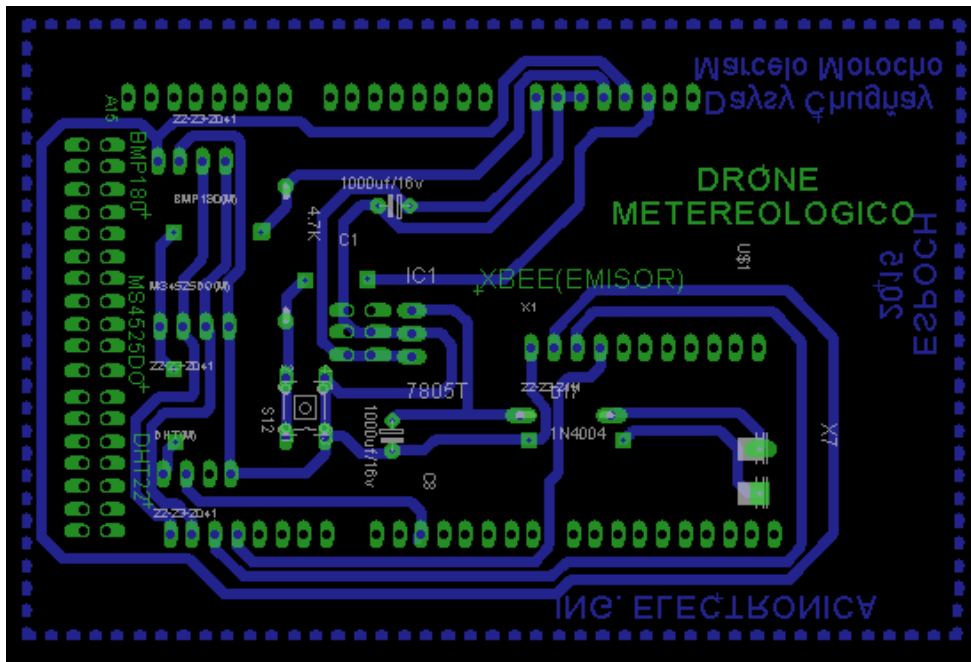


Figura. 81-4: Circuito impresión PCB

FUENTE: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4.1.1 Proceso para la obtención de la PCB

Aquí tenemos el proceso respectivo para la obtención de la placa impresa doble cara del diseño del circuito para cada uno de los sensores meteorológicos.

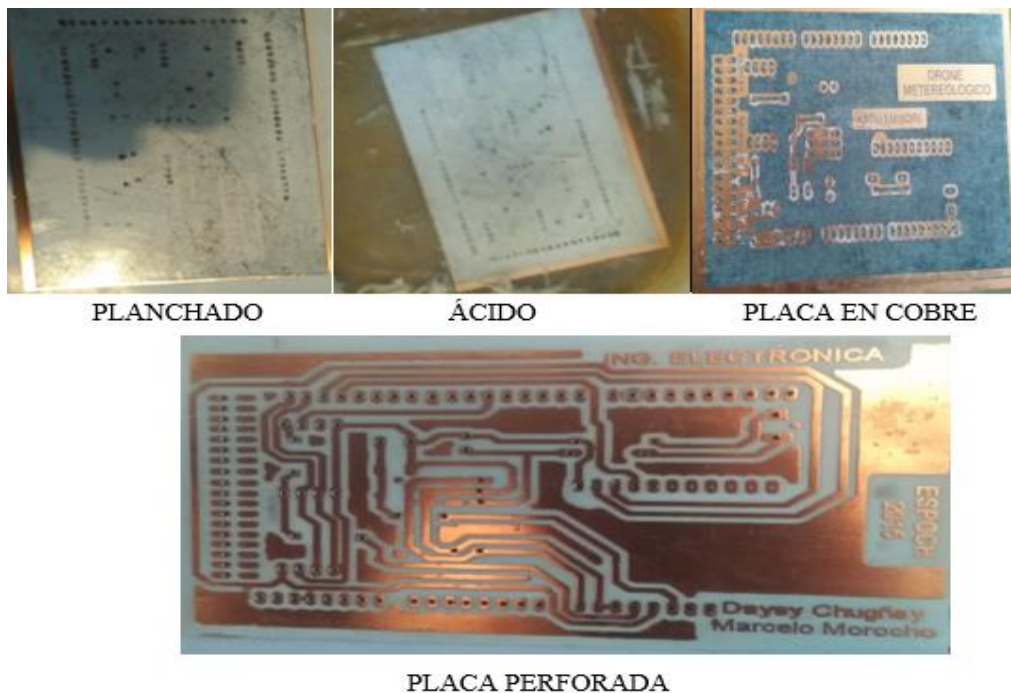


Figura. 82-4: Proceso para la obtención de la PCB

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4.1.2 Acondicionamiento de los elementos y sensores que conforman la PCB

Acondicionamiento de los dispositivos en la primera cara para la etapa de regulación, Reset y protección respectiva de la placa.

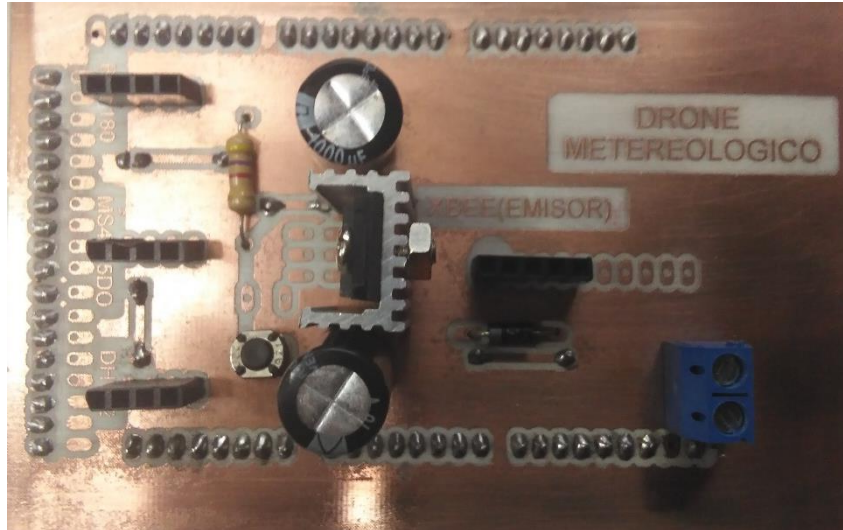


Figura. 83-4: Etapa de regulación y filtros.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Sensores meteorológicos acoplados a la PCB así también módulo Xbee transmisor para la comunicación serial de datos.

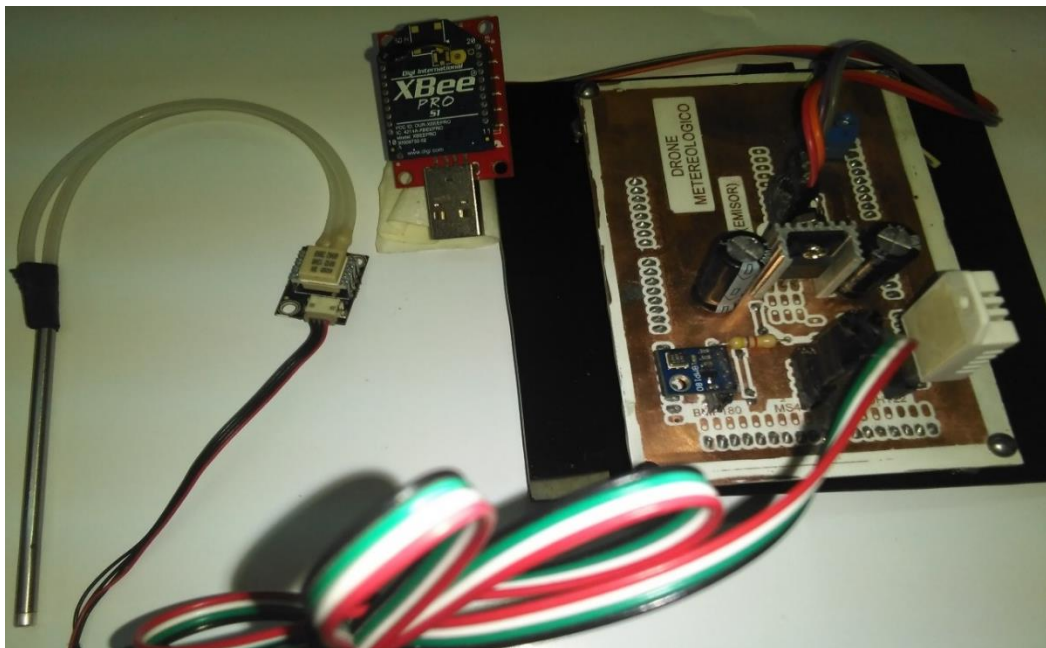


Figura. 84-4: Sensores atmosféricos y módulo de transmisión acondicionados a la PCB.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4.1.3 Vehículo aéreo no tripulado con los sensores meteorológicos.



Figura. 85-4: Placa de sensores incorporada en la parte superior del Drone.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Figura. 86-4: Implementación del sensor de velocidad del viento en la partes frontal.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

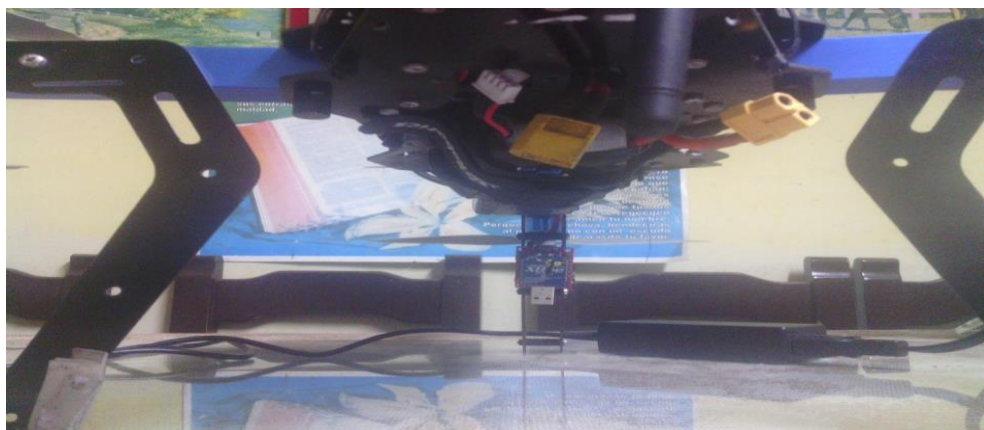


Figura. 87-4: Acondicionamiento del módulo Emisor en la parte inferior del Drone.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Figura. 88-4: Drone acoplado con la estación meteorológica portátil.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4.2 Lectura de Datos

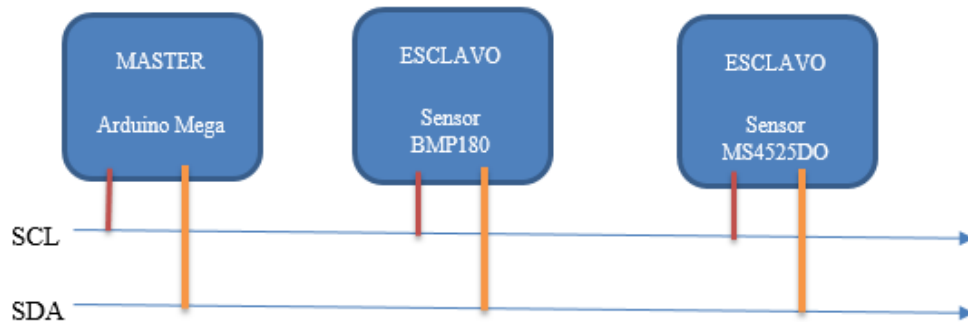


Figura. 89-4: Comunicación I2C de sensores BMP180 Y MS4525DO.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Los sensores de presión atmosférica y velocidad del viento trabajan bajo una comunicación I2C, por lo que estos son módulos y trabajan como esclavos enviando la información de datos censados de cada sensor.

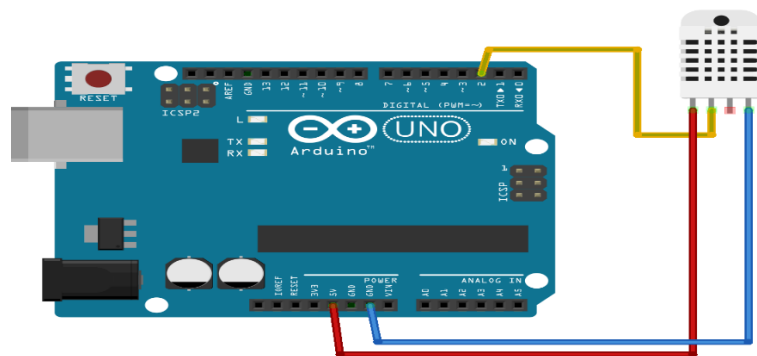


Figura. 90-4: Diagrama de conexión del DHT22.

FUENTE: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>

Mientras que el sensor de temperatura y humedad trabajan con una comunicación digital, que envían sus datos a la tarjeta de Arduino de tipo Mega.

4.3 Pruebas

Pruebas realizadas en la estación meteorológica de la ESPOCH con el Drone, donde se verifica estabilidad ante las corrientes de viento, elevación a los 100 metros, comunicación estable, tiempo de vuelo estimado de 10 minutos.



Figura. 91-4: Pruebas realizadas en la ESPOCH.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Figura. 92-4: Punto inicial del control de la estación portátil.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Figura. 93-4: Elevación del Drone meteorológico.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

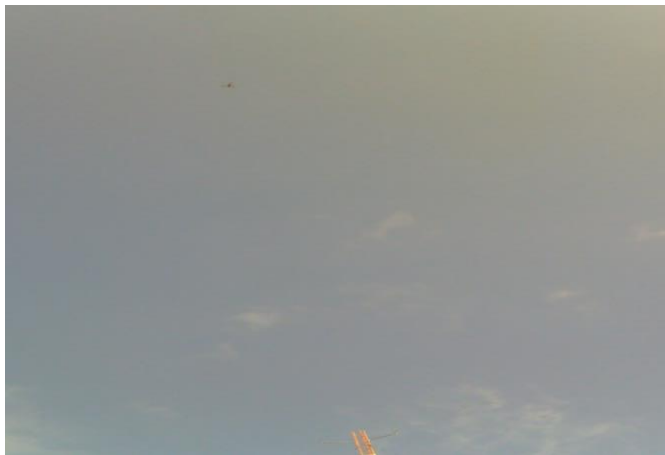


Figura. 94-4: Elevación exitosa a 100 metros.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

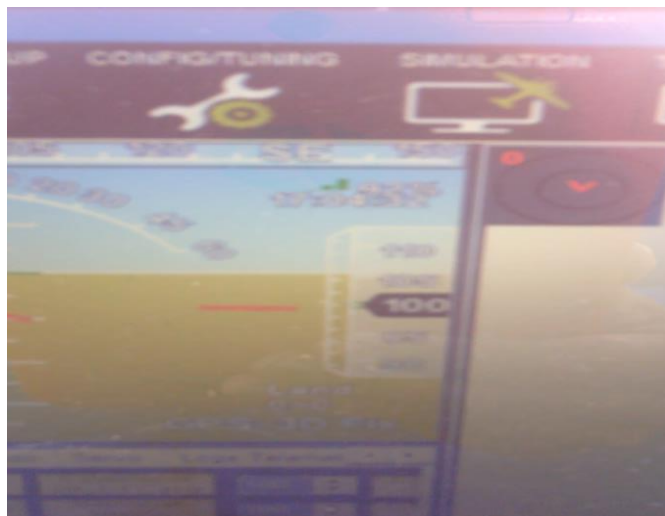


Figura. 95-4: Alcance del Drone a 100m.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.



Figura. 96-4: Adquisición de datos y control exitoso del Drone

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4.4 Recolección y Comparación de los datos de la estación fija y portátil.

4.14.1 Recolección de Datos en la Facultad de Ciencias-ESPOCH.

La estación meteorológica de la facultad de Ciencias el monitoreo que realiza lo hace permanentemente las 24 horas del día los 7 días de la semana, este centro de investigación recolecta datos cada minuto una vez recolectado esta información como datos en bruto, los usuarios que lo requieran realizaran la depuración de los datos por fórmulas estadísticas para evaluar cada uno de las variables y tener los promedios reales para el análisis según lo requieran.

Tabla. 4-4: Datos meteorológicos de la Facultad de Ciencias-ESPOCH.

FECHA	HORA	TEMPERATURA FLUKE	HUMEDAD	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Espoch	VELOCIDAD DEL VIENTO Espoch
15/10/2015	15:00	20	73,7	727.968	2.703
15/10/2015	15:01	20.7	73.40	728.019	2.5
15/10/2015	15:02	20.1	73.10	728.115	2.258
15/10/2015	15:03	20.1	72.90	728.307	2.352
15/10/2015	15:04	20.8	72.70	728.479	2.812
15/10/2015	15:05	20.6	72.50	728.569	2.844
15/10/2015	15:06	20.1	72.10	728.678	2.688
15/10/2015	15:07	20.1	71.90	728.833	2.266
15/10/2015	15:08	20.7	72.00	728.993	2.352
09/11/2015	16:00	19.0	71.90	729.284	3.078
09/11/2015	16:01	19.7	71.90	729.302	2.594
09/11/2015	16:02	19.4	71.80	729.318	2.914
09/11/2015	16:03	19.3	71.70	729.324	2.75
09/11/2015	16:04	19.5	71.40	729.336	3.82
09/11/2015	16:05	19.0	71.10	729.334	4.344
09/11/2015	16:06	19.1	71.20	729.325	3.547
09/11/2015	16:07	19.5	71.10	729.347	2.398
09/11/2015	16:08	19.5	71.10	729.335	2.555
09/11/2015	16:09	19.6	71.20	729.339	3.117

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4.14.2 Datos del Drone meteorológico.

Datos que se han tomado en las distintas pruebas de vuelo por el Drone meteorológico para ser estudiados para los diferentes fines meteorológicos.

Tabla. 5-4: Datos censados por el Drone en la Facultad de Ciencias-ESPOCH.

FECHA	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRESION ATMOSFÉRICA (Pa)	VELOVIDAD DEL VIENTO
15/10/2015	15:00:00	21,8	64,7	73352	3,71
15/10/2015	15:01:00	21,8	64,7	73346	5,26
15/10/2015	15:02:00	21,8	64,7	73344	1,19
15/10/2015	15:03:00	21,81	64,7	73352	1,19
15/10/2015	15:04:00	21,82	64,7	73347	1,87
15/10/2015	15:05:00	21,83	64,7	73349	1,19
15/10/2015	15:06:00	21,84	64,7	73345	4,73
15/10/2015	15:07:00	21,85	64,7	73352	2,65
15/10/2015	15:08:00	21,86	65	73350	3,35
15/10/2015	15:09:00	21,87	65	73350	3,83
15/10/2015	15:10:00	21,88	65,1	73349	3,55
15/10/2015	15:11:00	21,89	65,1	73353	1,87
15/10/2015	15:12:00	21,9	65,1	73350	1,19
15/10/2015	15:13:00	21,91	65,1	73347	2,37
15/10/2015	15:14:00	21,92	65,4	73348	2,37
15/10/2015	15:15:00	21,93	65,4	73350	1,19
15/10/2015	15:16:00	21,94	65,5	73352	5,55
15/10/2015	15:17:00	21,95	65,5	73352	4,73
15/10/2015	15:18:00	21,96	65,4	73346	1,87
15/10/2015	15:19:00	21,97	65,4	73347	1,87
15/10/2015	15:20:00	21,98	65,2	73349	1,87
15/10/2015	15:21:00	21,99	65,2	73355	1,87
15/10/2015	15:22:00	21,1	65,4	73348	3,1
15/10/2015	15:23:00	21,101	65,4	73350	3,55
09/11/2015	16:00:00	21,102	65,6	73345	3,55
09/11/2015	16:01:00	21,103	65,6	73346	1,19
09/11/2015	16:02:00	21,104	65,4	73352	3,83
09/11/2015	16:03:00	21,105	65,4	73348	2,65
09/11/2015	16:04:00	21,106	65,4	73342	1,87
09/11/2015	16:05:00	21,107	65,4	73346	3,83
09/11/2015	16:06:00	21,108	65,5	73347	1,19
09/11/2015	16:07:00	21,109	65,5	73343	2,65
09/11/2015	16:08:00	21,11	65,5	73350	3,83
09/11/2015	16:09:00	21,111	65,5	73344	3,83
09/11/2015	16:10:00	21,112	65,3	73349	3,35
09/11/2015	16:11:00	21,113	65,3	73343	1,19
09/11/2015	16:12:00	21,114	65,5	73344	3,02
09/11/2015	16:13:00	21,115	65,5	73341	1,19
09/11/2015	16:14:00	21,116	65,7	73347	5,55
09/11/2015	16:15:00	21,117	65,7	73344	1,87
09/11/2015	16:16:00	21,118	65,5	73350	1,87
09/11/2015	16:17:00	21,119	65,5	73345	3,02
09/11/2015	16:18:00	21,12	65,4	73347	2,37
09/11/2015	16:19:00	21,121	65,4	73348	3,35
09/11/2015	16:20:00	21,122	65,4	73341	4,26
09/11/2015	16:21:00	21,123	65,4	73351	3,1
09/11/2015	16:22:00	21,124	65,3	73342	2,37
09/11/2015	16:23:00	21,7	65,3	73343	1,19
09/11/2015	16:24:00	21,8	65,4	73342	3,02

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Tabla. 6-4: Datos meteorológicos del Drone en promedio para la validación.

FECHA	HORA	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRESION ATMOSFÉRICA (Pa)	VELOVIDAD DEL VIENTO
15/10/2015	15:00:00	20	73,7	727,97	2,65
15/10/2015	15:01:00	20,7	73,5	728,02	2,37
15/10/2015	15:02:00	20,1	73,1	728,11	2,26
15/10/2015	15:03:00	20,1	72,9	728,52	2,37
15/10/2015	15:04:00	20,8	72,7	728,48	2,79
15/10/2015	15:05:00	20,6	72,5	728,57	2,84
15/10/2015	15:06:00	20,1	72,1	728,68	2,65
15/10/2015	15:07:00	20,1	71,1	728,83	2,2
15/10/2015	15:08:00	20,7	72	728,99	2,37
09/11/2015	16:15:00	19	71,9	729,28	3,06
09/11/2015	16:16:00	19,7	71,9	729,3	2,56
09/11/2015	16:17:00	19,4	71,8	729,32	2,65
09/11/2015	16:18:00	19,3	71,7	729,32	2,72
09/11/2015	16:19:00	19,5	71,4	729,34	3,83
09/11/2015	15:20:00	19	71,1	729,33	4,3
09/11/2015	16:21:00	19,1	71,9	729,33	3,55
09/11/2015	12:22:00	19,5	71,1	729,42	2,37
09/11/2015	16:23:00	19,5	71,1	729,43	2,54
09/11/2015	16:24:00	19,6	71,2	729,34	3,1
09/11/2015	16:25:00	19,6	71,0	729,4	3,00

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4.14.3 Comparación de los datos censados de la estación fija y del Drone

4.14.3.1 Comparación de los Datos de Temperatura

Tabla. 7-4: Tabla de Datos del sensor de Temperatura.

N	TEMPERATURA DRONE	TEMPERATURA FLUKE
1	20	20
2	20,7	20,7
3	20,1	20,1
4	20,1	20,1
5	20,8	20,8
6	20,6	20,6
7	20,1	20,1
8	20,1	20,1
9	20,7	20,7
10	19	19
11	19,7	19,7
12	19,4	19,4
13	19,3	19,3
14	19,5	19,5
15	19	19
16	19,1	19,1
17	19,5	19,5
18	19,5	19,5
19	19,6	19,6
20	19,6	19,6

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Tabla. 8-4: Análisis de resultados en porcentaje de la Temperatura

COLOR	SUMA	PORCENTAJE %
DATOS NO SIMILARES	0	0
DATOS FIABLES	20	100
	20	

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

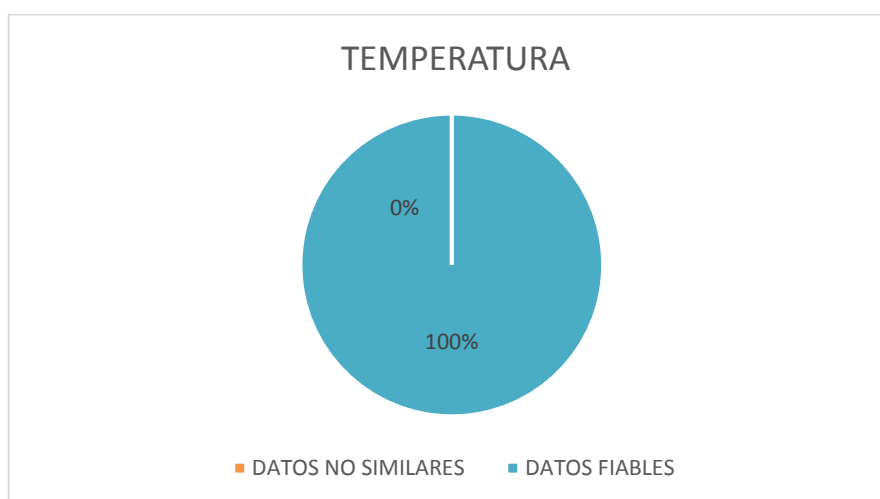


Figura. 97-4: Porcentaje de datos fiables y no similares de la Temperatura.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

En base al análisis comparativo se tiene como resultados un 95% de datos fiables y el 5% de datos no similares con un mínimo margen de error dándonos así datos muy confiables.

4.14.3.2 Análisis de los datos de Humedad.

Tabla. 9-4: Tabla de datos del sensor de Humedad.

N	HUMEDAD DRONE	HUMEDAD
1	73,7	73,7
2	73,5	73,4
3	73,1	73,1
4	72,9	72,9
5	72,7	72,7
6	72,5	72,5
7	72,1	72,1
8	71,1	71,1
9	72	72
10	71,9	71,9
11	71,9	71,9
12	71,8	71,8
13	71,7	71,7
14	71,4	71,4
15	71,1	71,1
16	71,9	71,2
17	71,1	71,1
18	71,1	71,1
19	71,2	71,2
20	71.0	71.0

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Tabla. 10-4: Análisis de resultados en porcentaje de la Humedad.

COLOR	SUMA	PORCENTAJE %
DATOS NO SIMILARES	2	10
DATOS FIABLES	18	90
	20	

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

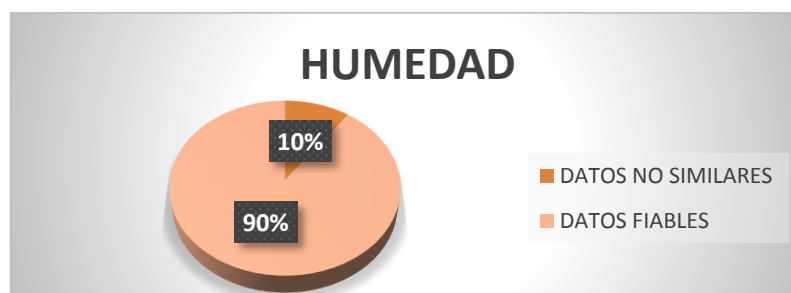


Figura. 98-4: Porcentaje de los datos fiables de la Humedad.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Con respecto a los datos de la humedad se obtiene con los análisis respectivos un 85% que los datos son fiables y un 15% de datos no similares.

4.14.3.3 Análisis de los datos de la Presión Atmosférica

Tabla. 11-4: Tabla de Datos del sensor de Presión Atmosférica

N	PRESION ATMOSFÉRICA (Pa)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA ESPOCH
1	727,97	727,97
2	728,02	728,02
3	728,11	728,11
4	728,52	728,31
5	728,48	728,48
6	728,57	728,57
7	728,68	728,68
8	728,83	728,83
9	728,99	728,99
10	729,28	729,28
11	729,3	729,3
12	729,32	729,32
13	729,32	729,32
14	729,34	729,34
15	729,33	729,33
16	729,33	729,33
17	729,42	729,35
18	729,43	729,34
19	729,34	729,34
20	729,4	729,4

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Tabla. 12-4: Análisis de los datos de la Presión Atmosférica.

COLOR	SUMA	PORCENTAJE %
DATOS NO SIMILARES	3	15
DATOS FIABLES	17	85
	20	

FUENTE: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

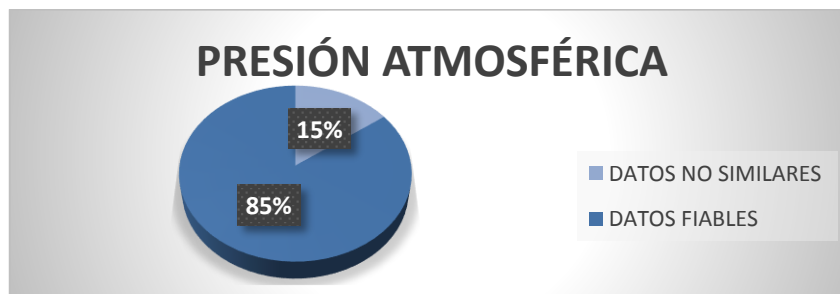


Figura. 99-4: Porcentaje de los datos de BMP180.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

En el Análisis de resultados se determina que un 80% los datos son fiables y un 20% tenemos como datos no similares.

4.14.3.4 Análisis de los datos de la velocidad del viento.

Tabla. 13-4: Tabla de datos del sensor de Velocidad del Viento.

N	VELOVIDAD DEL VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO ESPOCH
1	2,65	2,7
2	2,37	2,5
3	2,26	2,26
4	2,37	2,35
5	2,79	2,81
6	2,84	2,84
7	2,65	2,69
8	2,2	2,27
9	2,37	2,35
10	3,06	3,08
11	2,56	2,59
12	2,65	2,91
13	2,72	2,75
14	3,83	3,82
15	4,3	4,34
16	3,55	3,54
17	2,37	2,39
18	2,54	2,56
19	3,1	3,12
20	3.00	3.00

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Tabla. 14-4: Análisis de los datos de Velocidad del viento.

COLOR	SUMA	PORCENTAJE%
DATOS NO SIMILARES	2	10
DATOS FIABLES	18	90
	20	

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

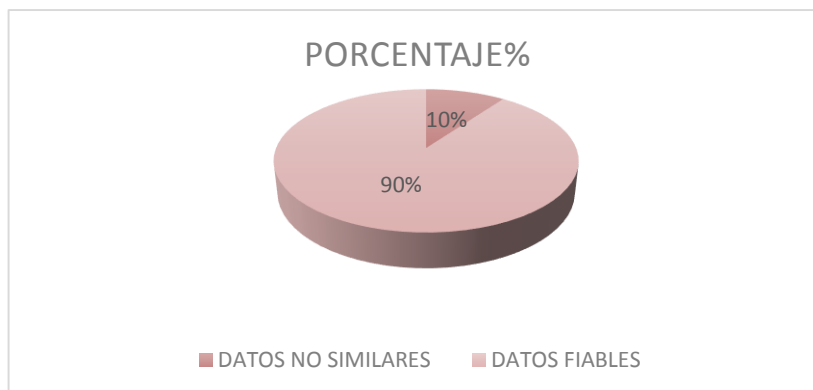


Figura. 100-4: Porcentaje de los datos del sensor MS4525DO

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

En el análisis respectivo a los datos de velocidad del viento se tiene como resultado que le 85% son datos fiables y el 15% datos no similares un pequeño margen de error.

4.14.4 Validación de Resultados relacionados de muestra a muestra.

Tabla. 15-4: Porcentaje total del Análisis de los datos Fiables de las variables.

VARIABLES	% DE DATOS FIABLES
TEMPERATURA	100
HUMEDAD	90
PRESIÓN ATMOSFERICA	85
VELOCIDAD DEL VIENTO	90
% TOTAL D.FIABLES	91,25

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Tabla. 16-4: Porcentaje total del análisis de los datos no similares de las variables.

VARIABLES	% D. NO SIMILARES
TEMPERATURA	0
HUMEDAD	10
PRESIÓN ATMOSFERICA	15
VELOCIDAD DEL VIENTO	10
%TOTAL D. NO SIMILARES	8,75

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

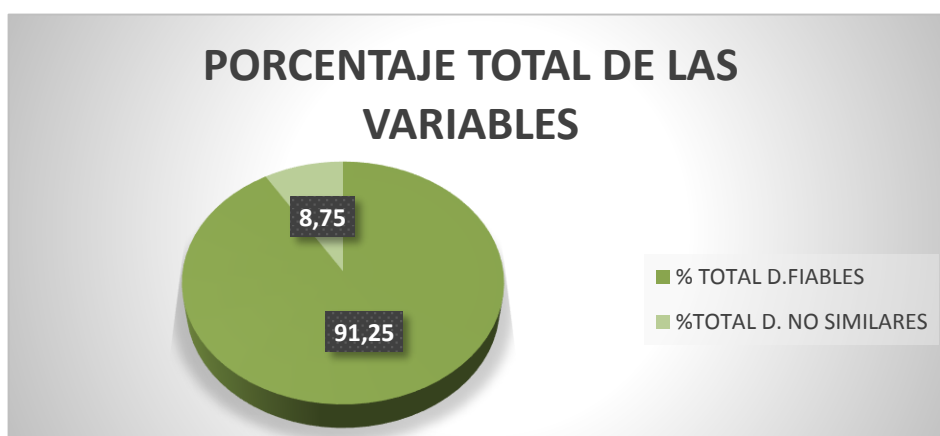


Figura. 101-4: Porcentaje total de las variables

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

En conclusión con el análisis de cada una de las variables meteorológicas hemos llegado a obtener en este proyecto un resultado del 91,25% de datos fiables y del 8,75% de datos no similares por un mínimo erro de acuerdo a cifras decimales.

4.14.5 Validación de los Resultados de forma global de cada una de las variables meteorológicas.

Tabla. 17-4: Análisis global de la validación de datos de la estación fija y portátil.

PROMEDIO	TEMPERATURA	HUMEDAD	P. ATMOSFÉRICA	VELOVIDAD VIENTO
DRONE	19,82	72,037	728,949	2,799
DATOS BASE	19,82	72,037	728,931	2,835
VARIACIÓN TOTAL	0	0	0,018	0,036

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

Dentro del análisis respectivo de cada una de las variables meteorológicas de una forma global tanto de la estación fija como de la estación portátil se establece que existe una variación de 0 con respecto a la temperatura y a la humedad, una variación de 0,018 en décimas a lo que se refiere a la presión Atmosférica y por ultimo un 0,036 de variación en cuanto a décimas de la velocidad del Viento.

Por lo que se concluye que este proyecto investigativo se ha logrado culminar satisfactoriamente en cuanto a los resultados obtenidos en los análisis de los datos.

4.5 Corrección de Errores y Ajustes

- Las correcciones que se realizó es el rediseño de la placa de los sensores por una de menor tamaño y menos peso ya que la primera era de 10x14 cm de tamaño lo que ocupaba mucho espacio en el Drone y más peso.

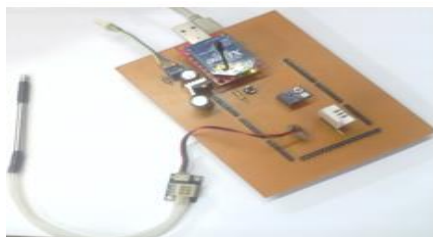


Figura. 102-4: Corrección de la PCB.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

- Se corrigió la ubicación del módulo de radio frecuencia Xbee emisor que se encontraba acoplado en la PCB por lo que nos generaba problemas en la transmisión de datos, y se decidió ubicarle en la parte inferior del Drone permitiendo así una comunicación en línea de vista.



Figura. 103-4: Corrección de la ubicación de los módulos Xbee.

Realizado por: Chugñay Daysy, Morocho Marcelo 2015.

4.6 Ventajas

- ✓ El Drone de acuerdo a las características con el modo de seguro GPS, tenemos mayor seguridad ante cualquier fallo del sistema.
- ✓ Cuando la batería entra a un rango del 10.5 V el Drone entra en modo hold lo que hace que retorne en donde se encuentre al punto inicial de partida.
- ✓ Mediante el Software Mission Planner puedo establecer los parámetros de seguridad para mi Drone.
- ✓ Los Xbee PRO S1 tienen un gran alcance de comunicación inalámbrica ya comprobado de hasta 100 metros.

4.7 Desventajas

- ✓ El Drone con su estación meteorológica no puede ser manejado cuando tengamos un clima no favorable como es lluvia, cielo con nubes.

- ✓ No debe llevar un peso total el Drone más de 2kg ya que su tiempo de vuelo se reduce.

- ✓ Las baterías de acuerdo al costo y peso es proporcional al tiempo es decir si pongo una batería lipo de 14.8V, 10000 mAh, 4 celdas con un costo de \$180,00 que genera un gran peso que consume más corriente y por ende no adquiriremos más tiempo a lo que sería un tiempo total de 10 minutos, con lo que una batería de 5100 mAh, 3 celdas con un costo de \$80,00 tiene un peso normal y adecuado para el Drone que nos genera un tiempo de vuelo de 7 minutos.

CONCLUSIONES

- Se recolectó información acerca del funcionamiento de la estación, así también de los datos en bruto de todas las variables necesarias de la estación de la Facultad de Ciencias-ESPOCH.
- Se analizó y comparó los diferentes tipos de vehículos aéreos no tripulados existentes en el mercado, lo que nos permitió adquirir al mejor de acuerdo a las características que posee y que se adopte a las condiciones del proyecto.
- Se diseñó e implementó el circuito electrónico para cada uno de los sensores para la recepción de datos y el acondicionamiento de las señales; presión atmosférica, temperatura y velocidad del viento.
- Se adoptó todos los sensores de medición a la plataforma del Drone.
- Se desarrolló la aplicación para la comunicación inalámbrica de la transmisión y recepción de datos para ser almacenados.
- Se comparó y evaluó los resultados obtenidos con los datos de referencia de la estación de la Facultad de Ciencias-ESPOCH,

RECOMENDACIONES

- Para el manejo del Drone debe encontrarse la infraestructura bien asegurada, la pila este 100% cargada, y bien sujeta la placa de los sensores.
- Asegúrese que la pila de alimentación del radio control este bien cargado ya que el control es el objeto principal para el manejo del Drone.
- Para las personas principiantes en el manejo de estos vehículos no tripulados se recomienda que el Drone este en modo Loider.
- Revisar que en el software Mission Planner estén todos los parámetros de seguridad.
- Antes que se eleve el Drone verifique que se enganche el GPS.
- No sumar más peso de lo que ya tiene el Drone ya que este soporta hasta un peso de 2Kg.
- La persona que maneje los controles del radio control no debe sufrir de fatiga y no puede distraerse.
- No hacer las pruebas con el Drone en lluvia.
- Para la comunicación el Xbee Transmisor debe estar en línea de vista hacia el Xbee Receptor.
- La alimentación del Drone y de la placa de los sensores deben ser independientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARDUINO

<http://es.slideshare.net/witwicky/tipos-de-arduino-y-sus-caracteristicas>

2015-08-01

http://platea.pntic.mec.es/~mhidalgo/documentos/02_PlataformaArduino.pdf

2015-08-02

<http://arduinodhtics.weebly.com/tipos-de-arduino.html>

2015-08-03

https://github.com/PX4/Firmware/blob/master/src/drivers/meas_airspeed/meas_airspeed.cpp

2015-08-04

<http://www.menosmedia.org/spip.php?article43>

2015-08-04

2. CONVERSIÓN DE GRADOS CELCIUS A GRADOS FARENHEIT

<https://nauticajonkepa.wordpress.com/2014/02/06/convertir-grados-celsius-a-fahrenheit-y-viceversa/>

2015-08-05

3. GENERACIÓN DE REPORTE TABLAS EXCEL LABVIEW

<http://forums.ni.com/t5/Discusiones-sobre-Productos-NI/Exportar-datos-de-LabView-a-Excel-en-formato-de-tabla-en-tiempo/td-p/2784712>

2015-09-15

4. HISTORIA DE LOS DRONES

<http://mundrone.blogspot.com/p/historia-de-los-drones.html>

2015-09-01

<http://www.taringa.net/posts/info/16052451/La-historia-de-los-drones-tecnologia-y-sangre.html>

2015-09-03

<https://actualidad.rt.com/actualidad/view/80396-vehiculos-aereos-tripulados-hitos-historicos>

2015-09-07

http://www.ecured.cu/index.php/Veh%C3%ADculo_a%C3%A9reo_no_tripulado

2015-09-08

5. LABVIEW

<http://www.esi2.us.es/~asun/LCPC06/TutorialLabview.pdf>

2015-09-16

ftp://ftp.ehu.es/cidira/dptos/depjt/Instrumentacion/BKANGEL/10_LabVIEW/Introducci%F3n.PDF

2015-09-16

<http://www.ie.itcr.ac.cr/einteriano/control/Labview/ParaAprender/Curso%20LabVIEW6i.pdf>

2015-09-17

<http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/labviewtutorialuniversidadfranciscodecaldas.pdf>

2015-09-18

http://www.ib.edu.ar/FisicaExperimental/images/1/10/Introduccion_Labview_01.pdf

2015-09-19

6. LIBRERÍA PARA COMUNICACION I2C

<http://playground.arduino.cc/Main/WireLibraryDetailedReference>

2015-09-21

7. MÓDULOS DE COMUNICACIÓN XBEE

<http://www.andresduarte.com/arduino-y-xbee>

2015-09-13

<https://hangar.org/webnou/wp-content/uploads/2012/01/arduino-xbee-primeros-pasos.pdf>

2015-09-13

8. NORMA ESTANDAR PARA LOS SENSORES.

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/9553/Article003.pdf?sequence=1>

2015-09-14

9. PRESION ATMOSFÉRICA

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/AYC/document/atmosfera_y_clima/presion/variacionPres.htm

2015-09-14

http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/Documentos/I3_Medicion_de_presion.pdf

2015-09-15

http://4.bp.blogspot.com/gCFf3ZkTU0k/ThzqMfjoHCI/AAAAAAAAAC1U/nb_bPx58ojE/s1600/Imagen5.png

2015-09-15

http://instrumentacion.webcindario.com/Medir_Presiones.htm

2015-09-15

10. SENSOR MS4525DO

<http://www.meas-spec.com/downloads/MS4525DO.pdf>

2015-08-05

<https://pixhawk.org/peripherals/sensors/px4airspeed>

2015-08-06

<https://3drobotics.com/wp-content/uploads/2014/03/Pixhawk-Digital-Airspeed-Sensor-Manual-V1.pdf>

2015-08-07

11. SENSOR BMP180

<http://dlmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Pressure/BMP180.pdf>

2015-08-26

http://electronilab.co/wp-content/uploads/2014/07/tutorial_bmp180_arduino.pdf

2015-08-28

12. SENSOR AM2302

<http://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/AM2302.pdf>

2015-09-10

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>

2015-09-12

<https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library>

2015-09-12

13. TUBO PITOT

<https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/segundo-corte/marco-teorico/tubo-pitot/>

2015-08-10

<https://fercho810415.wordpress.com/2012/10/14/tubo-de-pitot/>

2015-08-12

14. TABLA ESTANDARIZADA DE PRESION ATMOSFERICA SEGUN ALTITUD

<http://www.sol-arq.com/index.php/fenomenos-atmosfericos/presion>

2015-08-13

<http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-05-02-presion-atmosferica.pdf>

2015-08-14

15. TABLA ESTANDAR DENSIDAD DEL AIRE

http://www.civil.frba.utn.edu.ar/Materias/hidraulica/archivos/tablas_graficos.pdf

2015-08-15

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5421/SOTOMAYOR_DENIS_SIMULACION_NUMERICA_INTERCAMBIADOR_CALOR_FLUJO_TRANSVERSAL_AL_ETEADO_ANEXOS.pdf?sequence=2

2015-08-16

16. TUTORIAL DE COMUNICACION I2C PARA ARDUINO

<http://www.electroensaimada.com/i2c.html>

2015-09-20