

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

**“VISUALIZACIÓN DE SEÑALES DE VELOCIDAD Y PRESIÓN
DESDE EL MINI UAV MEDIANTE EL XBEE-PRO 900”**

POR:

ANDI GREFA LIZ DÉBORA

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &
AVIÓNICA**

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. **ANDI GREFA LIZ DÉBORA**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

SR. ING. PABLO PILATASIG
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, Febrero del 2012

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación producto de mi empeño y dedicación en cada una de los períodos, les dedico a mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica y como persona, mismos que creyeron y confiaron en mí sin juzgarme en todo momento.

A mis queridas hermanas y hermano por su comprensión y apoyo incondicional, quiénes con sus palabras y acciones me han demostrado que en la vida todo es posible para triunfar y superarse.

A toda mi familia; por haberme dado su fuerza y apoyo moral quien con sus consejos me han animado para seguir adelante y no caer y como respuesta a todo ese apoyo es la obtención de un nuevo triunfo en mi vida.

Mil gracias

Liz Andi.

AGRADECIMIENTO

Agradecer ante todo a Dios por llenar mi vida de dichas y bendiciones, quien me ha acompañado en mí caminar y que siempre me ha iluminado para alcanzar las metas de mi vida.

Agradecer de corazón a mis padres, hermanas y hermano por su amor, cariño y comprensión por su apoyo económico y moral para culminar mi proyecto, por toda la confianza puesta en mí en todo momento en el que lo necesite.

De manera especial y sincera expreso mi agradecimiento al Ing. Pablo Pilatasig mi director de tesis por su valiosa orientación y apoyo, por el tiempo invertido en la dirección y corrección de este proyecto y gracias a eso se llegó a la culminación del mismo.

Agradecer a mis amigos que con ellos he compartido momentos de felicidad, dicha en cada uno de los años que he permanecido en el instituto gracias por los consejos, y el apoyo que me brindaron cuando lo he necesitado.

Agradezco a mis profesores quienes me supieron enseñar el valor y la importancia de la superación de la dedicación, para poder salir adelante con cada uno de los retos que se enfrenta uno en la vida.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por abrirme las puertas y forjar en mí los mejores conocimientos que de seguro los sabré aprovechar para ser una excelente persona para sobresalir en la sociedad aplicando cada una de las cosas ahí aprendidas.

Mi más sincero agradecimiento a todos.

Liz Andi.

INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I.....	13
TEMA.....	13
1.1. ANTECEDENTES	13
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. GENERAL	15
1.3.2. ESPECÍFICOS	15
1.4. ALCANCE	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. TELEMETRIA.....	17
2.1.1 CONCEPTO.....	17
2.2. XBEE PRO-900 MÓDULOS DE RADIOFRECUENCIA.....	17
2.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	17
2.3. DESCRIPCIÓN Y CARÁCTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES	18
2.3.1. XBEE PRO 900 RPSMA	18
2.3.2. ANTENA DE 900MHZ.....	19
2.3.3. XTREAMBEE, XBEE ADAPTADOR EN EL MINI UAV	19
2.3.4. XBEE PRO 900 CON ANTENA DE ALAMBRE EN EL MINI UAV ..	23
2.3.5. EXPLORADOR DE XBEE USB EN TIERRA	23
2.3.6. CABLE PARA CONECTAR LOS ADAPTADORES.....	24
2.4. SOFTWARE X-CTU	24
2.5 MISSION PLANNER	29
2.6. BATERÍA.....	30

CAPÍTULO III	31
DESARROLLO DEL TEMA.....	31
3.1. PRELIMINARES	31
3.2. CONEXIÓN DEL EQUIPO DE TELEMETRÍA	31
3.3. INSTALACIÓN DEL FTDI USB DRIVERS	35
3.4. CONFIGURACIÓN DEL XBEE PRO 900	38
3.4.1. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO RECEPTOR.....	40
3.4.2. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO TRANSMISOR	42
3.4.3 UNBRICKING DE UN XBEE	45
3.5. MONTAJE DE LOS MÓDULOS DE TELEMETRÍA EN EL APM Y LA ESTACIÓN EN TIERRA.....	46
3.6. CARGA DE MISSION PLANNER	49
3.7. CARGAR LA BATERÍA LI-PO	51
3.8. GASTOS REALIZADOS.....	53
3.8.1. COSTOS PRIMARIOS	53
3.8.2 COSTOS SECUNDARIOS	53
3.8.3 COSTO TOTAL	54
CAPÍTULO IV	55
4.1 CONCLUSIONES	55
4.2. RECOMENDACIONES	56
GLOSARIO DE TÉRMINOS	58
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Estado de led del Xtreambee.....	20
Tabla 3.1 Costos Primarios	53
Tabla 3.2 Costos Secundarios	54
Tabla 3.3 Costo Total	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Comunicación y control de dispositivos remotos.....	13
Figura 1.2. Medición de temperatura del crudo	14
Figura 1.3 Módulo Xbee-Pro en tierra.	14
Figura 2.1 Xbee Pro 900 RPSMA.....	18
Figura 2.2 Antena	19
Figura 2.3 Xtreambee adaptador en el mini UAV	20
Figura 2.4 Diagrama de interfaz del Xtreambee RPSMA	20
Figura 2.5 Switch de modo maestro y esclavo	21
Figura 2.6 Multiplexor 74157N	22
Figura 2.7 Símbolo de un buffer de tres estados.....	22
Figura 2.8 Xbee antena de alambre	23
Figura 2.9 Explorador de Xbee USB	23
Figura 2.10 Cable de telemetría	24
Figura 2.11 X-CTU	25
Figura 2.12 Opción PC Settings	25
Figura 2.13 Opción Range Test	26
Figura 2.14 Opción Terminal.....	27
Figura 2.15 Opción modem configuration	28
Figura 2.16 Barra de progreso de los parámetros del módem.	29
Figura 2.17 Proceso completo.....	29
Figura 2.18 Mission Planner.....	29
Figura 3.1 Verificación de la carpeta del FTDI USB Drivers.....	37
Figura 3.2 Actualización del controlador	37
Figura 3.3 Buscar software del controlador.....	38
Figura 3.4 Instalar Controlador de todas formas5	38
Figura 3.5 Verificar el puerto de USB.....	39
Figura 3.6 Test/Query	41
Figura 3.7 Módem Configuration	41
Figura 3.8 Modem VID	41
Figura 3.9 Parámetro DD	41
Figura 3.10 Valor del Baude Rate	42
Figura 3.11 Configuración de Modulo Xbee Receptor.....	42
Figura 3.12 Test/Query del transmisor	43
Figura 3.13 Módem Configuration del transmisor.....	43
Figura 3.14 Modem VID del transmisor	44
Figura 3.15 Parámetro DD del transmisor	44
Figura 3.16 Valor del Baude Rate	45
Figura 3.17 Configuración del Xbee Transmisor	45

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 2.1 Batería LI-PO	30
Foto 3.1 Kit de telemetría	32
Foto 3.2 Conexión del módulo RPSMA que va en tierra	32
Foto 3.3 Módulo RPSMA que va en tierra.....	32
Foto 3.4 Módulo RPSMA cerca de la antena.	33
Foto 3.5 Módulo RPSMA conectada con la antena.....	33
Foto 3.6 Módulo RPSMA en proceso de conectar con el USB.....	33
Foto 3.7 Módulo RPSMA con la antena y USB	34
Foto 3.8 Módulo con la antena de alambre y adaptador	34
Foto 3.9 Módulo con la antena de alambre	36
Foto 3.10 Puertos de telemetría en el APM	47
Foto 3.11 Conexión del módulo de telemetría al APM	48
Foto 3.12 Módulo RPSMA conectada a una portátil.....	48
Foto 3.13 Visualización de datos.....	49
Foto 3.14 Cargar Mission Planner.....	49
Foto 3.15 Selección de puertos.....	49
Foto 3.16 Ubicación del mini UAV.....	50
Foto 3.17 Batería LI-PO	51
Foto 3.18 Fuente de potencia con un rango de 13V	52
Foto 3.19 Programación para cargar la batería L-PO	52
Foto 3.20 Batería LI-PO cargándose.....	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Anteproyecto.....	63
Anexo B Diagrama Esquemático del Xtreambee.....	116
Anexo C Circuito de la placa del Xtreambee.....	117

RESUMEN

La investigación en el mundo sobre la comunicación inalámbrica implica trabajar con aplicaciones complejas que permitan probar nuevas teorías. En este contexto son típicas las aplicaciones que deben capturar los datos procedentes de los sensores y procesarlos, para poder visualizarlos en un computador.

El avance tecnológico actual, nos encamina al uso de equipos de telemetría como el Xbee-pro, para mejorar y profundizar el estudio de comunicaciones inalámbricas, por lo tanto este proyecto es importante por la razón que, a través de este equipo se puede transmitir datos a largas distancias en especial porque son recomendados por los aficionados de los vehículos aéreos no tripulados ya que es instalado para obtener datos desde un mini UAV en vuelo.

Para lograr este fin se usó el software Arduino, para que en el momento que se conecte el módulo con USB pueda reconocer el puerto COM serial .El software X-CTU, el cual es un programa que está diseñado para interactuar en los archivos de firmware el mismo que se encuentra en productos que contienen Radio Frecuencia para facilitar la interfaz gráfica de los usuarios, donde los Módulos Xbee Pro 900 son configuradas. El software Mission Planner es el que permite visualizar los datos enviados desde el APM y está representada por una pestaña en la fila superior de cada pantalla, para esto se debe tener en cuenta el tipo de Aeronave, el puerto COM y la velocidad de transmisión. Además el software Mission Planner permite realizar la selección de modo de vuelo ya sea manual o automático.

ABSTRACT

Research in the world on wireless communication involves working with complex applications that allow test new theories. In this context are typical applications that must capture the data from the sensors and process them for viewing in a computer.

The current technological advancement, we headed to the use of telemetry equipment as the Xbee-Pro, to enhance and deepen the study of wireless communications, so this project is important for the reason that, through this computer can transmit data over long distances special because they are recommended for fans of unmanned aerial vehicles as it is installed to obtain data from a mini UAV in flight.

For this end we used the Arduino software, so that when you plug the USB module to recognize the serial COM port. The X-CTU software, which is a program that is designed to interact in the same firmware files found in products containing radio frequency to facilitate GUI users, where Xbee Pro modules 900 are configured. The Mission Planner is the software that displays the data sent from the APM and is represented by a tab on the top row of each screen, so this should be taken into account the type of aircraft, the COM port and baud rate. In other Mission Planner software allows selection of flight mode either automatically or manually.

CAPÍTULO I

TEMA

1.1. ANTECEDENTES

Esta no es una de las primeras aplicaciones desarrolladas con el Xbee, ya que se han encontrado varios proyectos que van desde comunicaciones simples hasta proyectos más ambiciosos. Como por ejemplo, una de las aplicaciones más básicas diseñadas por estos kits es la comunicación y control de dispositivos remotos.

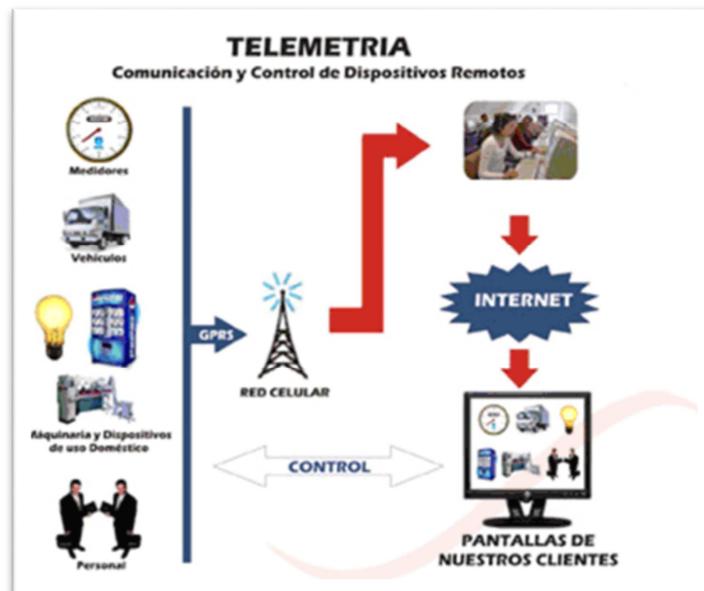


Figura 1.1 Comunicación y control de dispositivos remotos
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz>

Esta tecnología permite tener los valores en tiempo real de todos los equipos dispersos en una gran extensión geográfica. Es el caso de las industrias petroleras utilizan esta tecnología para mediciones de temperatura, presión, etc.



Figura 1.2. Medición de temperatura del crudo

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz_de_programaci%C3%B3n_de_aplicaciones

Otra de las aplicaciones es la comunicación inalámbrica de los mini UAV's utilizando los Xbee-pro.



Figura 1.3 Módulo Xbee-Pro en tierra.

Fuente: Investigación de campo

La telemetría se utiliza en grandes sistemas, tales como naves espaciales, plantas químicas, redes de suministro eléctrico, redes de suministro de gas entre otras empresas de provisión de servicios públicos, debido a que facilita la

monitorización automática y el registro de las mediciones, así como el envío de alertas o alarmas al centro de control, con el fin de que el funcionamiento sea seguro y eficiente. Por ejemplo, las agencias espaciales como la NASA, la Q.K, la ESA y otras, utilizan sistemas de telemetría y de telecontrol para operar con naves espaciales y satélites.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La comunicación inalámbrica es un excelente medio que permite a los estudiantes integrar diferentes tecnologías con el objetivo de encontrar la solución a un problema. Una forma interesante de contribuir en el aprendizaje de la comunicación inalámbrica, es brindar mejores oportunidades a los estudiantes para construir prototipos, facilitar la construcción de los mismos, sin preocuparse de la labor manual que requiere la elaboración de la estructura que soporta el prototipo, permitiéndoles enfocarse fundamentalmente en cuestiones como las técnicas de control, electrónica, programación, etc.

El kit de Telemetría, puede ser usado para comunicar y obtener datos desde un mini UAV en vuelo con una estación en tierra. Prácticamente todo puede ser representado casi en tiempo real.

El kit de Telemetría permitirá enviar los datos que son adquiridos por el Ardupilot Mega (APM) en vuelo a una estación en tierra, para luego visualizarlos en el software Mission Planner en cualquier computador.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

- Configurar el kit de Telemetría mediante el software X-CTU para visualizar los datos obtenidos por un APM en vuelo en el software Mission Planner.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- Describir el concepto y componentes del equipo de telemetría.
- Identificar las características y especificaciones del Xbee Pro- 900.
- Configurar el transmisor y el receptor del kit del kit de Telemetría en el software X-CTU.
- Visualizar mediante la comunicación inalámbrica los datos adquiridos en vuelo de un mini UAV.

1.4. ALCANCE

El presente trabajo de investigación una vez obtenido la información necesaria se realizará en las Instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y pretende brindar beneficio a los alumnos ya que se convertirá en clave importante para el buen aprendizaje, desempeño de los estudiantes y de ayuda didáctica a docentes para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. TELEMETRIA

2.1.1 CONCEPTO

“La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema. Se utilizó por primera vez en 1915, a mediados de la primera guerra mundial, por el alemán Khris Osterhein y el italiano Francesco Di Buonanno para medir a qué distancia se encontraban objetivos de artillería. La palabra telemetría procede de las palabras griegas (tele), que quiere decir a distancia, y la palabra (metron), que quiere decir medida.

El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza típicamente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios (teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica, etcétera). Los sistemas de telemetría reciben las instrucciones y los datos necesarios para operar mediante desde el Centro de Control”¹.

2.2. XBEE PRO-900 MÓDULOS DE RADIOFRECUENCIA

2.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

- ✓ 3.3V @ 210mA
- ✓ Rápida velocidad de datos de RF, 156 Kbps

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Telemetr%C3%Ada>

- ✓ 50 mW (+17 dBm) de potencia de salida
- ✓ Hasta 6 millas (10 km) con línea de vista (LOS) con antenas de alta ganancia
- ✓ Punto a multipunto de red ideal para aplicaciones de baja latencia
- ✓ Apoyo a las redes grandes y densos
- ✓ De 128-bit AES (Advanced Encryption Standard) de cifrado.
- ✓ Frecuencia de operación de 900 MHz en la banda ISM (Industrial, Cientific and Medical)
- ✓ Rango de temperatura industrial (-40 ° C a +85 ° C)
- ✓ La creación de redes de malla avanzada y modos de bajo consumo compatible.

2.3. DESCRIPCIÓN Y CARÁCTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

2.3.1. XBEE PRO 900 RPSMA

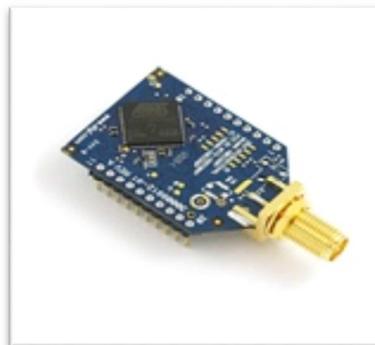


Figura 2.1 Xbee Pro 900 RPSMA

Fuente: <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>

El Xbee-PRO 900 módulo de RF es ideal para aplicaciones de baja latencia de redes de punto a punto y de punto a multipunto. El XBee-900 es ideal para soluciones donde la penetración de RF y la distancia de transmisión absoluta son fundamentales para la aplicación en las redes de comunicación inalámbrica.

Los Xbee como miembros de la familia de productos RF, son módulos fáciles de usar y compatibles con una amplia gama de aplicaciones del sistema.

2.3.2. ANTENA DE 900MHZ



Figura 2.2 Antena

Fuente: <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>

Esta antena trabaja en 900 o 1800 MHz de 2dBi, tiene una intensidad de recepción residencial, que solamente abarca un espacio determinado, es una antena regular tipo omnidireccional que tiene un conector RPSMA RF.

Es una antena ideal para utilizar con las unidades de 900 MHz con Xbee, mismo que tiene una impedancia de 50 ohmios y una medida de 105 mm de largo.

2.3.3. XTREAMBEE, XBEE ADAPTADOR EN EL MINI UAV

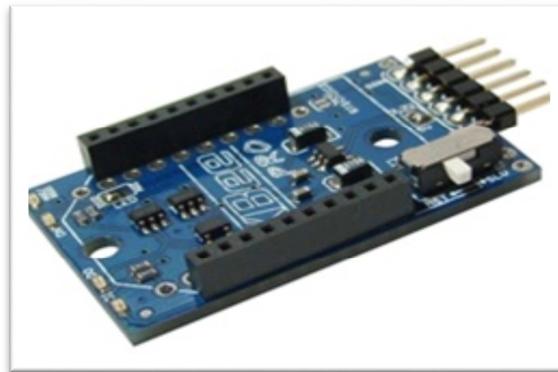


Figura 2.3 Xtreambee adaptador en el mini UAV

Fuente: <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>

La placa Xtreambee, tiene una interfaz más avanzada y competitiva. Esta placa es compatible y cuenta con 4 Leds de estado: Un led de estado de selección de datos ASC o RSSI, un regulador de potencia 3,3 V, puentes de configuración de soldadura y una característica única que le permite configurar

el dispositivo como el modo Maestro o Esclavo a través de un interruptor de una forma sencilla. En el modo maestro y por medio de un cable USB FTDI se podrá enviar / recibir datos, como el resto de los adaptadores Xbee el cual es una forma de uso normal, pero si se realiza el cambio del interruptor al modo "esclavo" ésta conectará el Xtreambee a cualquier dispositivo FTDI compatibles, como Arduino, ArduIMU y Ardupilots. Por lo que sólo necesita dos XtreamBees, para crear la conexión Maestro-Esclavo que permite dos vías de comunicación inalámbrica.

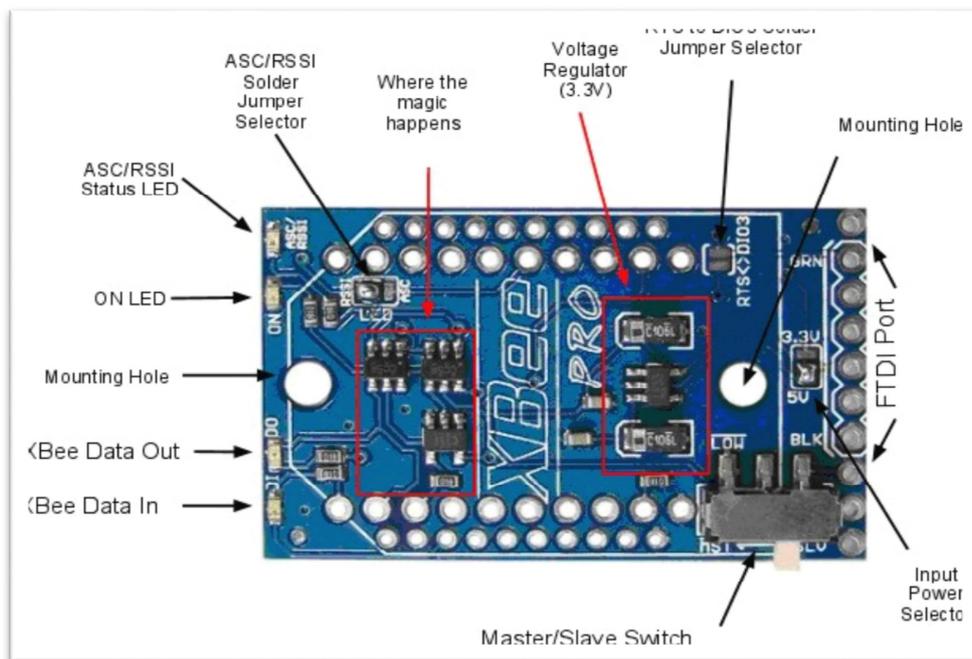


Figura 2.4 Diagrama de interfaz del Xtreambee RPSMA
Fuente: <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>

Tabla 2.1. Estados de led del Xtreambee

ESTADOS DE LED	
COLOR	FUNCIÓN
ROJO	DATOS ASC O RSSI
AZUL	REGULADOR DE VOLTAJE 3.3V
AMARILLO	DATOS DE ENTRADA (ESCLAVO)
NARANJA	DATOS DE SALIDA (ESCLAVO)

Fuente: Investigación de campo

En la figura 2.5, se muestra con las flechas la dirección en la que se debe seleccionar si es de modo esclavo o maestro en el Xtreambee que va en el mini UAV.

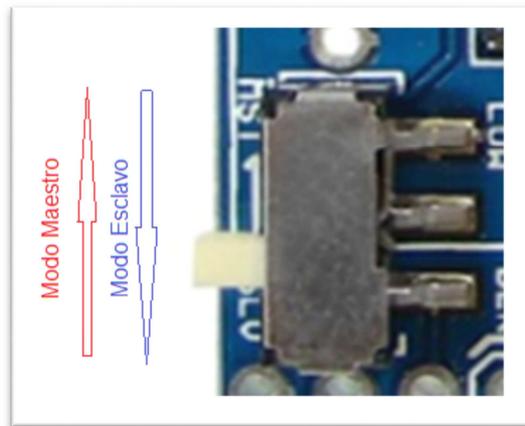


Figura 2.5 Switch de modo maestro y esclavo
Fuente: <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>

LE33 (SOT23-5)

Regulador de voltaje de 400mA, 1.2V a 5.5 V.

MULTIPLEXOR 74157 (CC5K)

“Son circuitos combinatoriales que tienen varias entradas, una sola salida y varias líneas de selección. Su funcionamiento podría asemejarse a un conmutador de varias posiciones que simularían las entradas y el terminal común, la salida; la conmutación se realizaría por medio de la línea de selección, de tal modo que las señales presentes en las entradas aparecerán en la salida en el orden indicado por la línea de selección; es decir, un multiplexor permite el envío por una sola línea de los datos presentes en varias líneas

Este circuito muestra cómo se utiliza un multiplexor 74157 de forma simple, permite ingresar usando Switch dos números de 4 bits, y seleccionar con el multiplexor cuál de los dos números se muestra en un display a la salida del multiplexor.”²

² <http://www.rdebug.com/2009/09/uso-basico-del-multiplexor-74157.html>

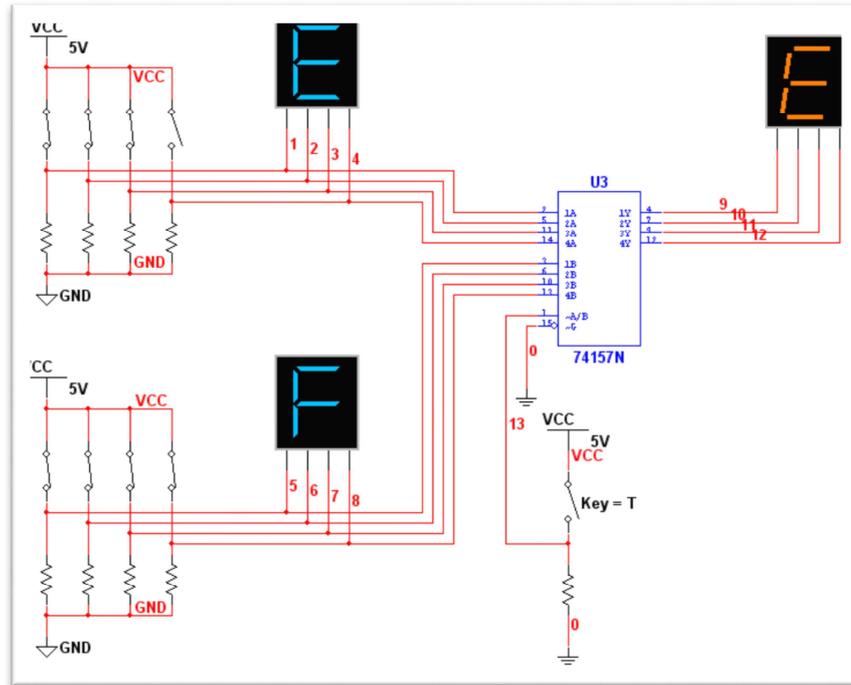


Figura 2.6 Multiplexor 74157N

Fuente: <http://www.rdebug.com/2009/09/uso-basico-del-multiplexor-74157.html>

74125(C25F)

Compuerta Cuádruple con salidas de tres estados (National Semiconductor)

“En la electrónica digital existen dos valores 0 y 1 el buffer de tres estados logra la creación de un nuevo estado, que viene a ser el estado de alta impedancia donde la salida no va tener tensiones altas ni bajas, sino un aislamiento de protección para los elementos de un circuito, que normalmente se utiliza para realizar interconexiones con los buses en las microcomputadoras como parte de microprocesador y de RAM.”³

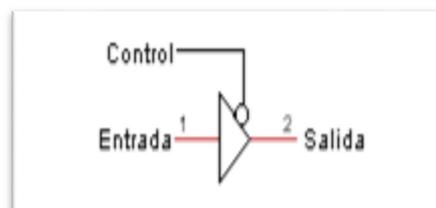


Figura 2.7 Símbolo de un buffer de tres estados

Fuente: <http://ladelec.com/teoria/electronica-digital/307-cerrojos-y-buffers-tres-estados>

³ <http://ladelec.com/teoria/electronica-digital/307-cerrojos-y-buffers-tres-estados>

2.3.4. XBEE PRO 900 CON ANTENA DE ALAMBRE EN EL MINI UAV



Figura 2.8 Xbee antena de alambre

Fuente: <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>

Este módulo Xbee Pro 900 va acoplado en el vehículo aéreo, posee una antena en forma de alambre y tiene el mismo funcionamiento que el módulo RPSM que va en tierra, este módulo tiene igual una baja latencia y trabaja de punto a punto y de punto a multipunto de redes, donde la penetración de RF y la distancia de transmisión son de suma importancia al igual que el módulo que va en tierra.

2.3.5. EXPLORADOR DE XBEE USB EN TIERRA

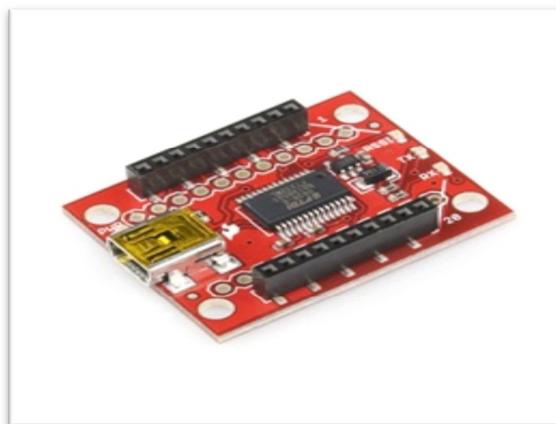


Figura 2.9 Explorador de Xbee USB

Fuente: <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>

Esta placa es muy fácil de usar, necesita de un cable USB en la unidad base en serie para la línea de Xbee. Una vez acoplado el módulo al adaptador, se enchufa para poder realizar la configuración correspondiente de los módulos Xbee Pro 900 y comunicar o sobre todo visualizar en una portátil los datos adquiridos por la comunicación inalámbrica. En el anexo “B” se observa el diagrama esquemático del Xtreambee que va acoplada en el mini UAV y en el anexo “C” se observa el circuito de la placa del mismo Xtreambee.

2.3.6. CABLE PARA CONECTAR LOS ADAPTADORES

Cable de telemetría, de 4 pines, 10 cm

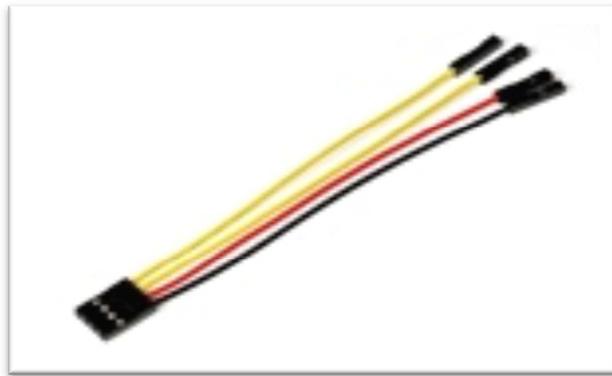


Figura 2.10 Cable de telemetría

Fuente: <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>

Colores: Negro, Rojo, Amarillo, Amarillo Longitud: 10 cm Uso: Este cable es el cable ideal para conectar el adaptador de XtremeBee o Xbee y otros a su ArduCopter o arduplane.

2.4. SOFTWARE X-CTU

El X-CTU es una aplicación basada en Windows, suministrada por Digi. Este programa fue diseñado para interactuar con los archivos de firmware se encuentra en los productos Digi RF. Este software permite configurar el módulo Xbee Pro 900 de una forma fácil y sencilla.



Figura 2.11 X-CTU
Fuente: www.x-ctu.pdf.com

Al momento de abrir el software se tiene las siguientes opciones:

Opción PC Settings

En la pestaña llamada PC Settings es posible configurar el número y la velocidad del puerto serial, así como la paridad, entre otras cosas. Además permite configurar opciones más generales para los comandos AT, como el signo elegido para salir del modo de comandos, que por defecto corresponde al signo + (2B en hexadecimal).

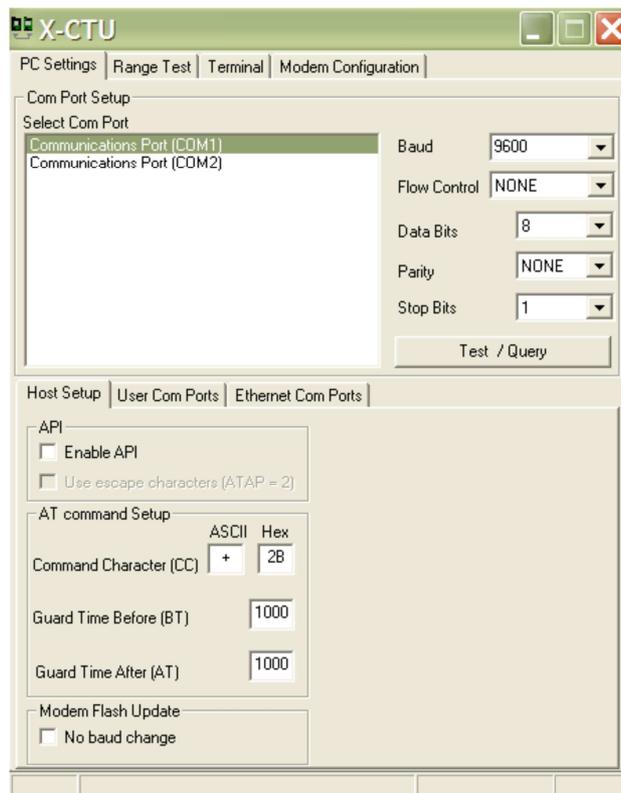


Figura 2.12 Opción PC Settings
Fuente: [Xbee-Guía_Usuario.pdf](#)

Opción Range Test

En la pestaña Range Test, es posible enviar una cadena de datos de cualquier tipo para probar el rango de alcance de la señal. Esto genera automáticamente datos y los envía por el módulo, de tal forma que permite verificar cuales datos llegan buenos o malos y a partir de esa estadística determinar el rango o alcance de la señal.

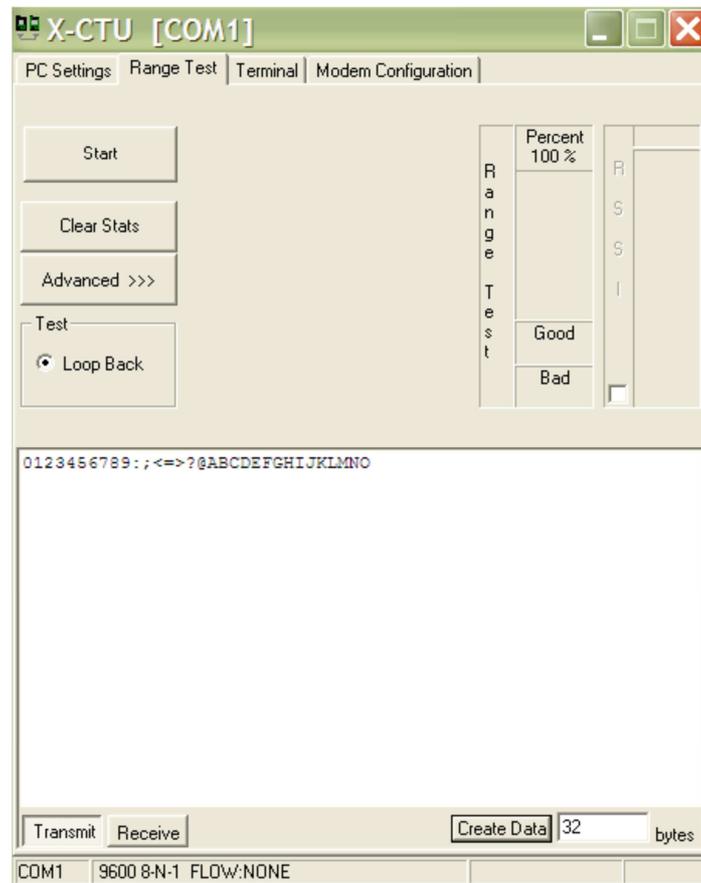


Figura 2.13 Opción Range Test
Fuente: Xbee-Guía_Usuario.pdf

OPCIÓN TERMINAL

En la pestaña Terminal se puede realizar cambios tal y como aparecen en el hyperterminal. En la Figura 2.12, se muestra algunos de los comandos escritos. Las letras de color azul son los datos escritos para enviar al módem del destino y las letras de color rojo los recibidos del módem destino.

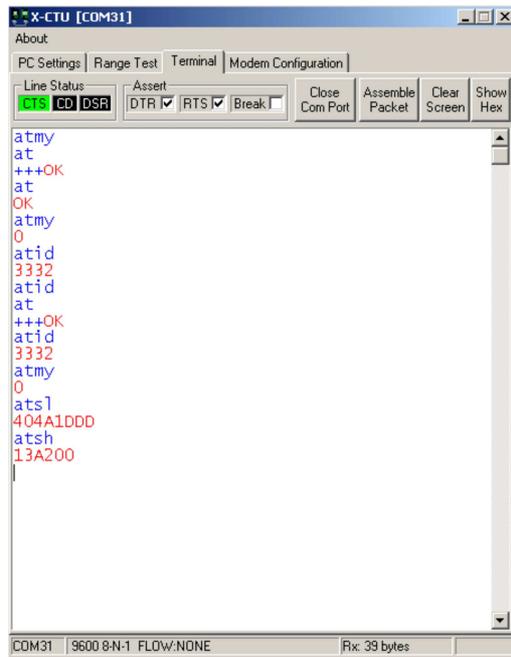


Figura 2.14 Opción Terminal
Fuente: Xbee-Guía_Usuario.pdf

OPCIÓN MÓDEM CONFIGURATION

La pestaña Módem Configuration permite modificar cada uno de los parámetros que requiere el módulo y cuando se haya cambiado uno, aparece de color amarillo en el mismo parámetro con un valor nuevo.

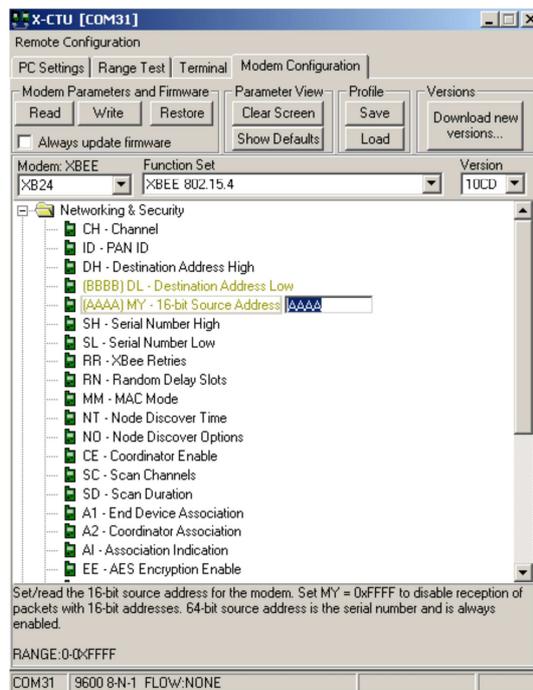


Figura 2.15 Opción modem configuration
Fuente: Xbee-Guía_Usuario.pdf

Luego se presiona WRITE en el panel MODEM Parameters and Firmware y comienza a cargar los nuevos valores de los parámetros en el módem. Esto se muestra a continuación, donde aparece una barra que indica el proceso.

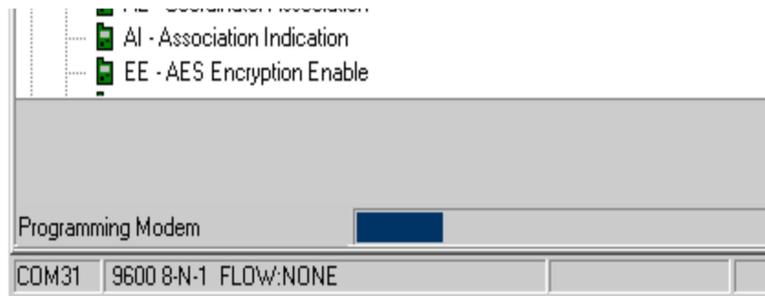


Figura 2.16 Barra de progreso de los parámetros del módem.
Fuente: Xbee-Guía_Usuario.pdf

Una vez que ya termine de cargar, los parámetros se ponen de color azul como se ve en la Figura 2.15.

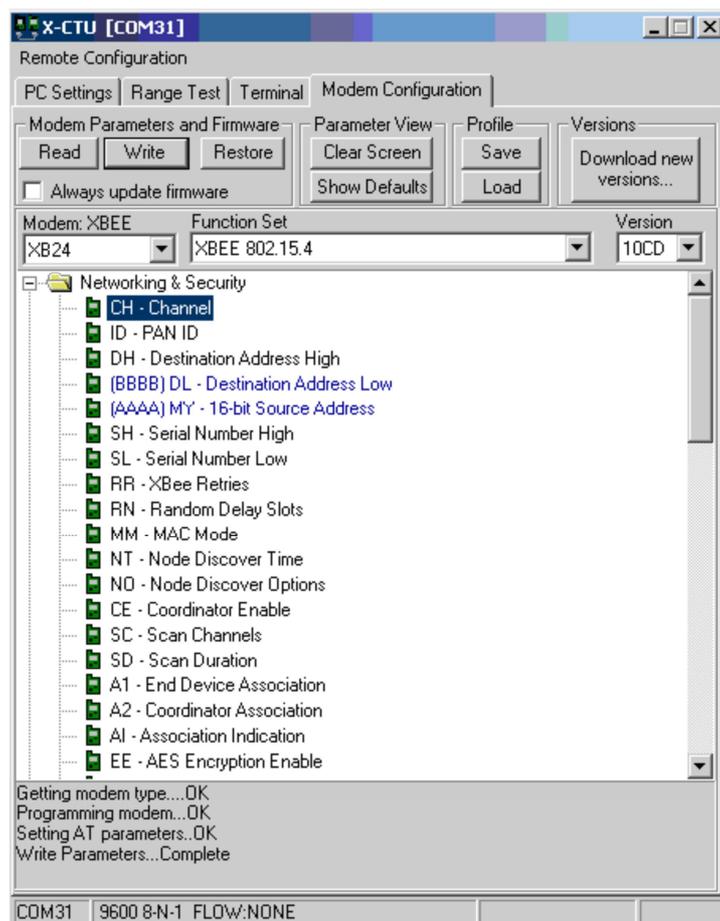


Figura 2.17 Proceso completo
Fuente: Xbee-Guía_Usuario.pdf

2.5 MISSION PLANNER

Este Software se ocupa de planificar una misión o plan de vuelo, algunas de sus características son:

- Señalar y hacer clic en la entrada de punto de referencia, utilizando Google Maps.
- Seleccionar los comandos de la misión de los menús desplegables
- Descargar archivos de la misión de registrar y analizarlos
- Configurar las opciones de APM para su fuselaje
- Interfaz con un simulador de vuelo de PC para crear un completo hardware en el bucle o loop del simulador UAV.
- Permite ver la salida de la terminal de serie de APM

Además de estas características en Mission planner me permite seleccionar el tipo de mini UAV que se va a utilizar ya sea ArduCopter o arduplane, en la parte superior izquierda se tienen algunas opciones para que el usuario pueda seleccionar según su necesidad.

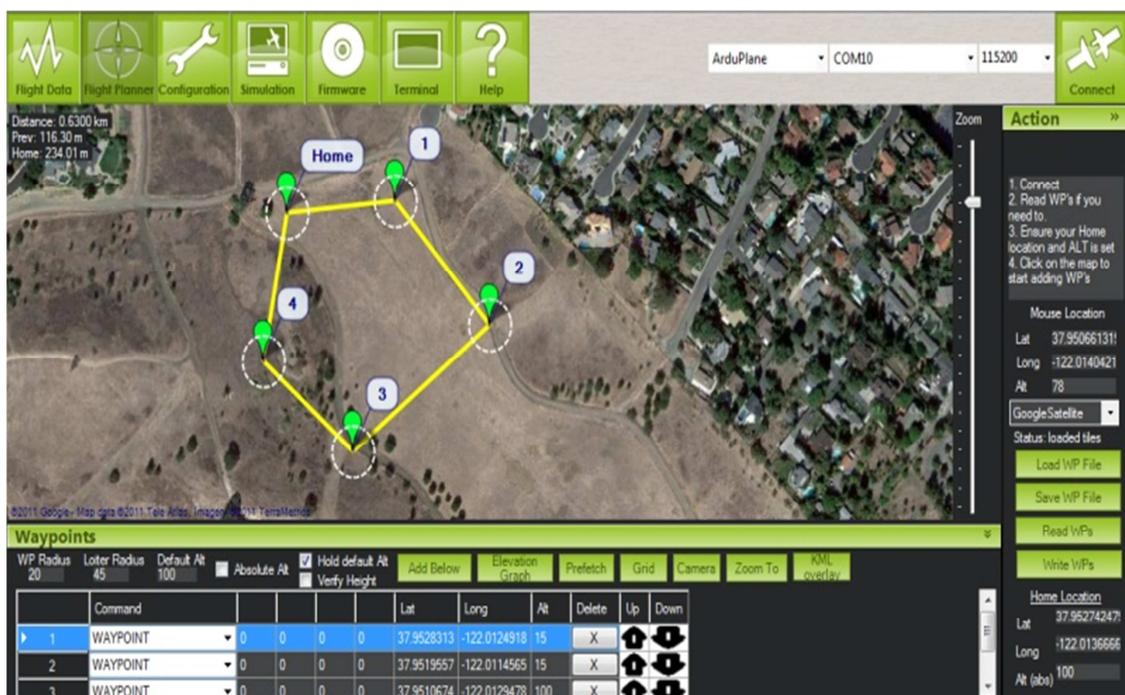


Figura 2.18 Mission Planner

Fuente: [www. http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/MissionPlanner](http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/MissionPlanner)

2.6. BATERÍA

El módulo que posee la antena (tipo alambre), va acoplado en el mini UAV, este trabaja como transmisor, requiere de una Batería LI-PO (Polímero de Litio), su tamaño y peso lo hace muy útil para equipos pequeños que requieran potencia y duración como es en el caso en del mini UAV.

En la Figura 2.17, se muestra la batería LiPo que se encuentra conformada de 1S a 3S lo que significa:

Li-PO 1S: una celda, 3,7 V.

Li-PO 2S: dos celdas, 7,4 V.

Li-PO 3S: tres celdas, 11,1 V.



Foto 2.1 Batería LI-PO
Fuente: Investigación de campo.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. PRELIMINARES

En el presente capítulo se detalla paso a paso el montaje del equipo de telemetría, junto con la instalación del software Arduino que nos sirve para la habilitación de los puertos en la computadora, para la comunicación del módulo Xbee Pro 900 con el software X-CTU. También la visualización de los datos que adquieren los sensores instalados en el mini UAV en el software llamado Mission Planner.

Mediante el software Mission Planner, se puede observar de una forma clara los datos provenientes de los sensores y los controles que en forma general tiene una aeronave además en el cuál se puede seleccionar la forma de control que se requiere obtener según la necesidad.

3.2. CONEXIÓN DEL EQUIPO DE TELEMETRÍA

Se realizó la implementación del equipo de telemetría en conjunto con el del piloto automático a continuación se describe paso a paso la conexión del equipo de telemetría.

En la Foto 3.1 se muestra claramente los componentes del kit de telemetría como son los módulos Xbee Pro 900, los adaptadores, la antena, el cable conector del Xbee que es de cuatro colores y el cable USB.



Foto 3.1 Kit de telemetría
Fuente: Investigación de campo

En la fotografía 3.2 se indica la conexión del módulo Xbee Pro 900 RPSMA, se le considera como un conector macho o hembra el mismo que conecta con el adaptador, posee una entrada USB, y es la estación en tierra.

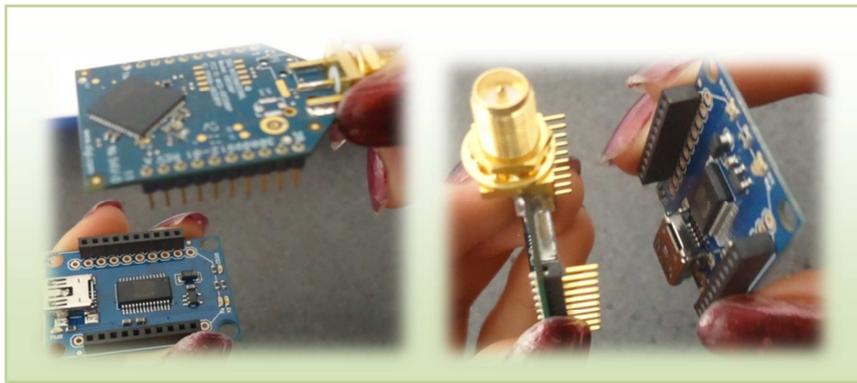


Foto 3.2 Conexión del módulo RPSMA que va en tierra
Fuente: Investigación de campo

A continuación se tiene el módulo RPSMA ya acoplado y listo para conectar la antena y el cable USB como se ve en la fotografía 3.3.



Foto 3.3 Módulo RPSMA que va en tierra
Fuente: Investigación de campo

En la fotografía 3.4 se observa la antena previa a la conexión al módulo RPSMA.



Foto 3.4 Módulo RPSMA cerca de la antena.
Fuente: Investigación de campo

En la Foto 3.5, se observa la antena acoplada al módulo RPSMA, que sirve como estación en tierra.



Foto 3.5 Módulo RPSMA conectada con la antena.
Fuente: Investigación de campo

En la fotografía 3.6 se tiene el módulo RPSMA ya conectada a la antena y se procede a conectar el cable USB.

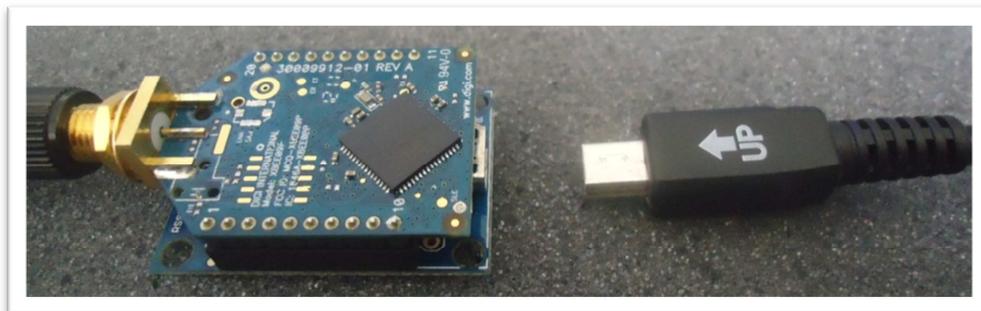


Foto 3.6 Módulo RPSMA en proceso de conectar con el USB
Fuente: Investigación de campo

En la fotografía 3.7, se tiene al módulo RPSMA ya conectada con el USB, el mismo que se encuentra lista para ser conectada a un ordenador en este caso ya está lista para conectar a una computadora que contenga el software para poder configurar el módulo.



Foto 3.7 Módulo RPSMA con la antena y USB
Fuente: Investigación de campo

En la Fotografía 3.8, se observa el módulo Xbee que posee una antena de alambre el mismo que me servirá como transmisor desde el mini UAV, el cual está en proceso de unificarse con el adaptador.

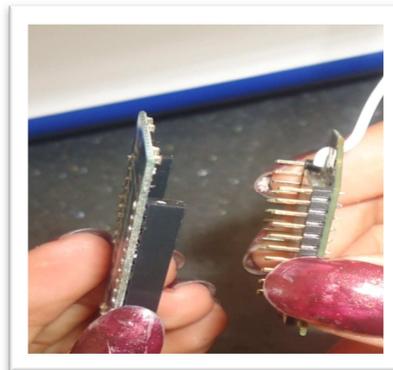


Foto 3.8 Módulo con la antena de alambre y adaptador
Fuente: Investigación de campo

En la fotografía 3.9, se observa la conexión previa entre el módulo con la antena (módulo transmisor), teniendo en cuenta que el cable de telemetría se encuentra soldado a los pines del adaptador, listo para el acoplamiento con el ArduPilotMega (APM), que se encuentra previamente configurado.

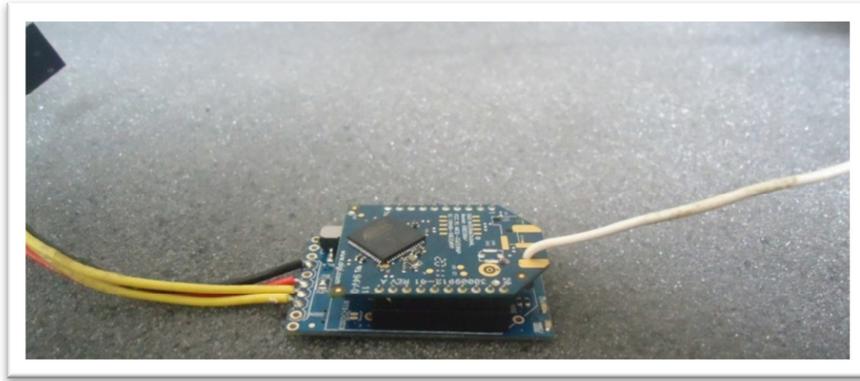


Foto 3.9 Módulo con la antena de alambre
Fuente: Investigación de campo

Para proceder la prueba de comunicación requiere la configuración de ambos módulos con Xtreambee el adaptador de USB ya que el adaptador que va en el Mini UAV no tiene entrada de USB.

Pero antes de configurar se necesita instalar el software de ARDUINO para que pueda reconocer el puerto COM de la computadora donde el USB se encuentra conectada.

3.3. INSTALACIÓN DEL FTDI USB Drivers

El software Arduino tiene una carpeta interna como es el FTDI USB Drivers, mismo que en el momento que se tiene instalado, debe reconocer el Puerto Arduino COM en el que el cable USB este conectada con el módulo Xbee Pro 900 o la placa de APM.

Para Instalar FTDI USB Drivers se necesita descargar el controlador Arduino caso contrario en el momento que se abra el APM pedirá que se instale el controlador que requiere.

Al conectar la placa USB se abrirá automáticamente el asistente de Windows para nuevo hardware encontrado:

1. Seleccionar "No por el momento" y presionar "Siguiete".
2. Seleccionar "Instalar desde una lista o ubicación especifica (avanzado)" y presionar "Siguiete".

3. "Buscar el controlador más adecuado en estas ubicaciones" presiona "Examinar". Seleccionar la carpeta donde hayas descomprimido el driver y presiona "Siguiente".

Una vez que ya se tiene instalado y conectado el cable USB, vamos a inicio seleccionamos Equipo dentro de esta opción selecciona Administrador como se ve en la Figura 3.1.

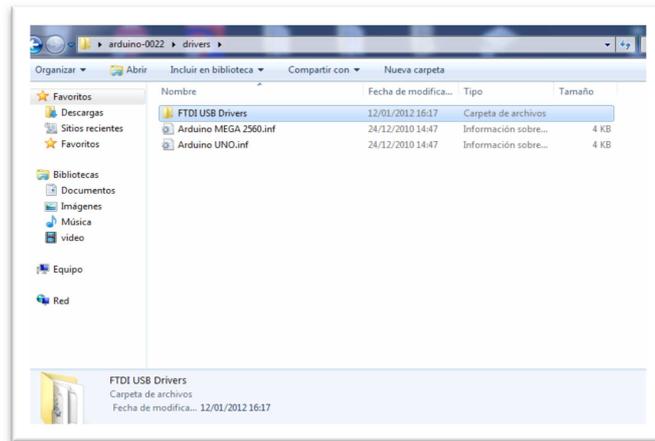


Figura 3.1 Verificación de la carpeta del FTDI USB Drivers
Fuente: Investigación de campo

Ahora vamos al Administrador de control de dispositivos de Panel de Windows (en "Hardware y sonido" / "Dispositivos e impresoras"). Se ve que en el tablero aparece en "Otros dispositivos" como un "2560 Arduino Mega". Haga clic derecho sobre él y seleccionar "Actualizar controlador".

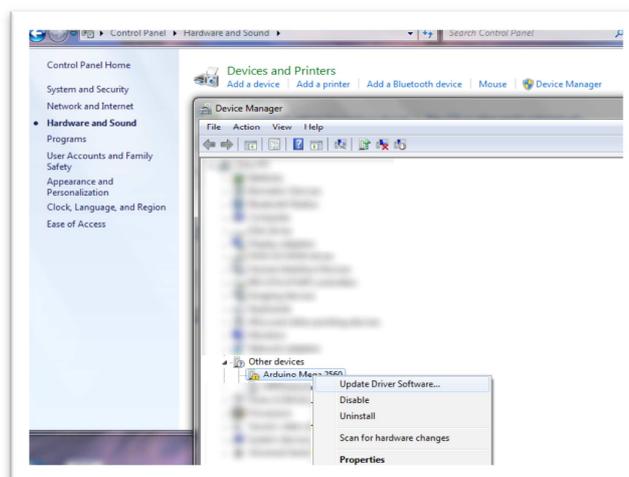


Figura 3.2 Actualización del controlador
Fuente: Investigación de campo

A continuación, seleccionar "Buscar software de controlador", e ir a la carpeta donde se guardó el controlador que se descargó.

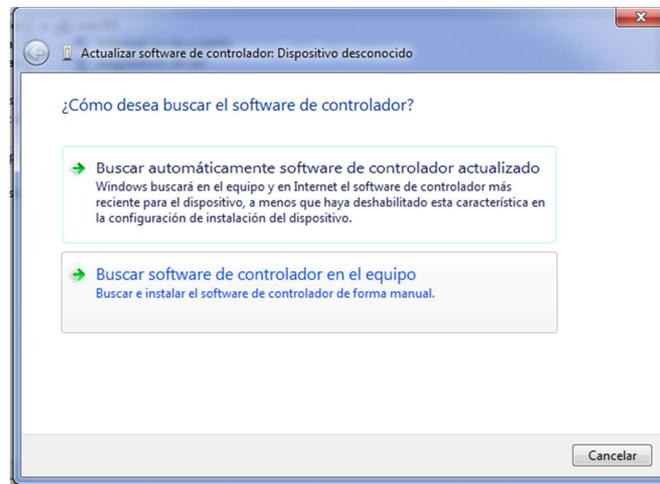


Figura 3.3 Buscar software del controlador
Fuente: Investigación de campo

Una vez que Windows se envía a cargar dicho controlador aparecerá una advertencia. Seleccione "Instalar este software controlador de todas formas" como se indica a continuación.



Figura 3.4 Instalar Controlador de todas formas5
Fuente: Investigación de campo

Una vez que el controlador se ha cargado correctamente, se procede a ver en la sección de puertos donde aparecerá el puerto USB con el respectivo número de puerto de serie asignado en Windows.

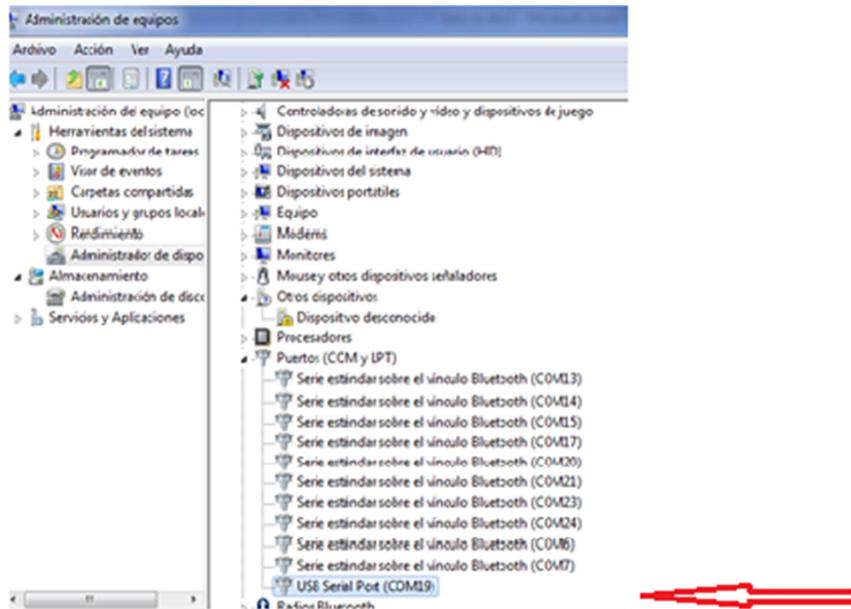


Figura 3.5 Verificar el puerto de USB
Fuente: Investigación de campo

Nota: también se puede ver desde el Panel de Control.

3.4. CONFIGURACIÓN DEL XBEE PRO 900

Como primer paso para configurar el Xbee Pro 900 se necesita tener el Software X-CTU instalado en la máquina de donde se va a configurar de acuerdo a las aplicaciones que se van a realizar.

Se debe tener en cuenta que a veces vienen con el firmware equivocado. En este caso hay la posibilidad de descargar el código nuevo de X-CTU, que probablemente se producirá un error, en este caso se debe cancelar. Si el módulo Xbee informa que se trata de una XBP09-DM (en lugar de la correcta XBP09-DP), se debe seguir los siguientes pasos:

1. Si usted tiene los módulos de XBP09-DP, debe descargar el firmware XBP09-DP. Si ha descargado el firmware XBP09-DM, lo hará de tipo de trabajo, pero aparecerá un error en la pantalla de configuración PID.
2. X-CTU reconoce el módulo como XBP09-DM. En este caso se debe ignorar. Vaya a la pestaña Configuración del módem y haga lo siguiente:
 1. Seleccione Módem como XBP09-DP, defina la función Xbee-PRO 900, versión 1002. Es importante que seleccione 1002. Versión 1061 no funciona en un primer momento.
 2. Haga clic en el botón Mostrar valores predeterminados en la vista de parámetros.
 3. Haga clic en el botón Escribir en "Parámetros del módem y del firmware".
 4. Volver a Configuración de PC, cambie a 9600 baudios. Haga clic en Test/Query. Se mostrará XBP09-DM. Se debe ignorar.
 5. Volver a la configuración del módem. Haga clic en Leer. Se debe mostrar XBP09-DP como el módem. Versión 1002.
 6. A continuación, seleccione la versión 1061.
 7. Haga clic en "Mostrar valores predeterminados"
 8. Haga clic en el parámetro de DD y ponerlo a 0. Este paso es importante, de lo contrario la descarga del firmware 1061 se producirá un error.
 9. Haga clic en "Write". Ahora el firmware es XBP09-DP Versión 1061.
3. Ahora cambie la velocidad de transferencia y vuelva a descargar módem VID, y para realizar esta configuración debe tener conocimientos sobre X-CTU.

Se seguirá mostrando XBP09-DM en la consulta de PC de configuración. Pero no se debe alarmar por esto.

Una vez seleccionado la versión correspondiente del software X-CTU, se procede a ejecutar para la configuración de los módulos Xbee.

3.4.1. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO RECEPTOR

1. En la pestaña PC Settings hacer un click en el icono Test/Query, aparecerá una ventana de confirmación, hacer un click en la opción Retry.

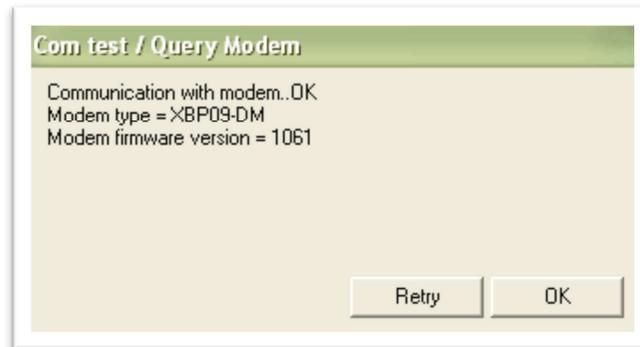


Figura 3.6 Test/Query
Fuente: Investigación de campo

2. En la pestaña Modem Configuration hacer clic en el icono Read. Seleccionar el módem XBP09-DP, donde se procederá a cambiar los parámetros que requiere el módulo.

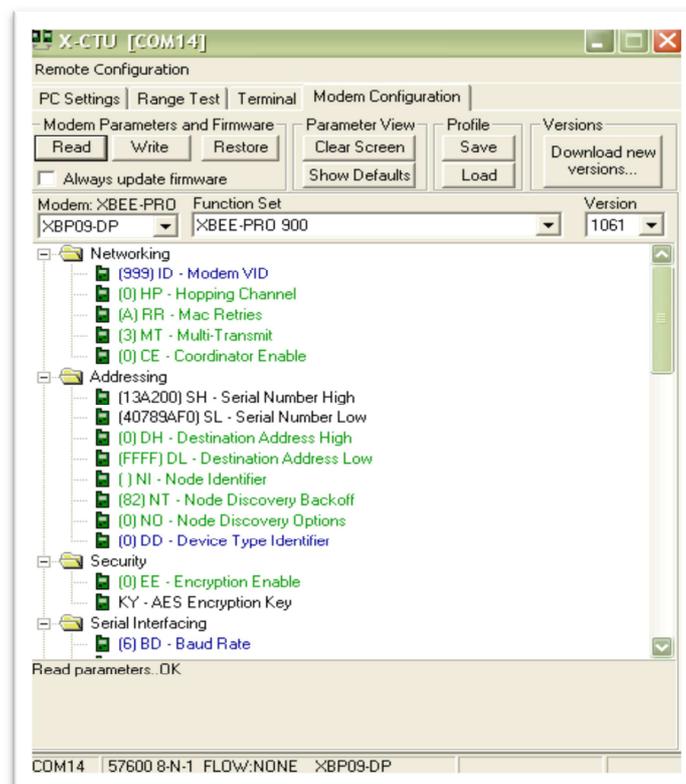


Figura 3.7 Módem Configuration
Fuente: Investigación de campo

3. Para configurar el módulo Xbee se debe elegir un número con 3 dígitos para el ID en este caso se utilizará 999 que será la identificación de módem VID, como se observa en la figura 3.8.



Figura 3.8 Modem VID
Fuente: Investigación de campo

4. En el parámetro Addressing seleccionar la opción DD y elegir el valor 0. Como se tiene en la Figura 3.9. Esto es para no tener problemas al momento de descargar el firmware 1061.

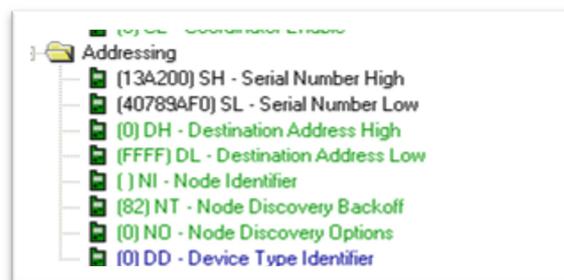


Figura 3.9 Parámetro DD
Fuente: Investigación de campo

5. En el parámetro Serial Interfacing a la opción Baude Rate. Los módulos Xbee Pro 900 tienen como valor predeterminado 9600bps, lo que debe cambiar para que coincida con la velocidad de serie de la APM de 57600 bps. Como se ve en la Figura 3.10.

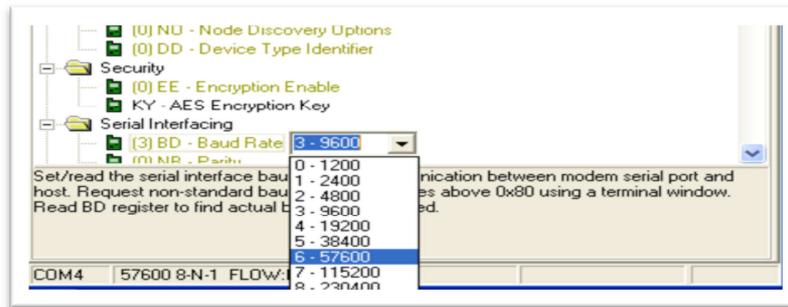


Figura 3.10 Valor del Baude Rate
Fuente: Investigación de campo

6. Si el cambio de parámetros es correcto aparecerá como la Figura 3.11.a momento de hacer click en la opción Read.

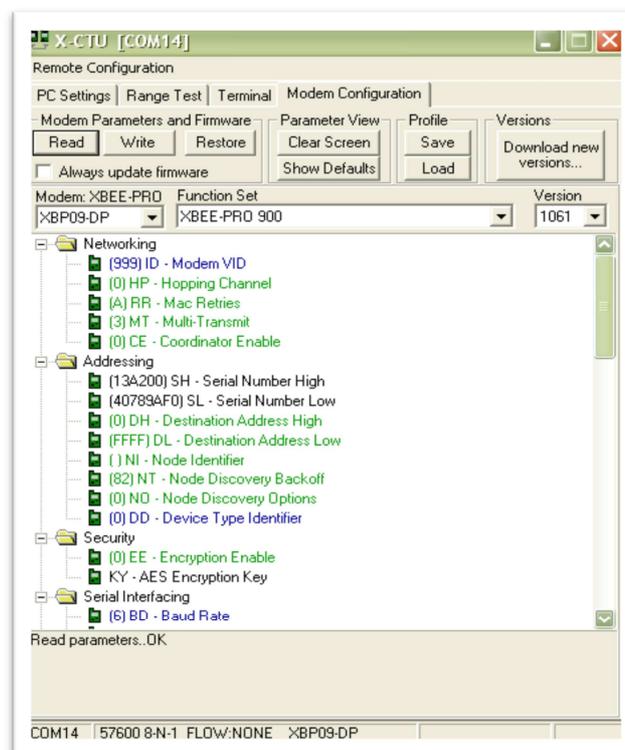


Figura 3.11 Configuración de Modulo Xbee Receptor
Fuente: Investigación de campo

3.4.2. CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO TRANSMISOR

1. En la pestaña PC Settings hacer un click en el icono Test/Query, aparecerá una ventana de confirmación, hacer un click en la opción Retry.

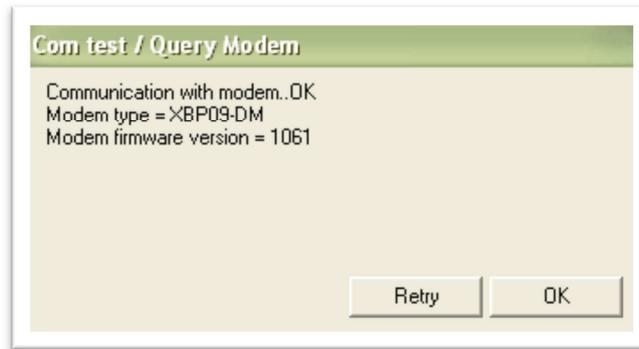


Figura 3.12 Test/Query del transmisor
Fuente: Investigación de campo

2. En la pestaña Modem Configuration hacer click en el icono Read. Seleccionar el módem XBP09-DP, donde se procederá a cambiar los parámetros que requiere el módulo.

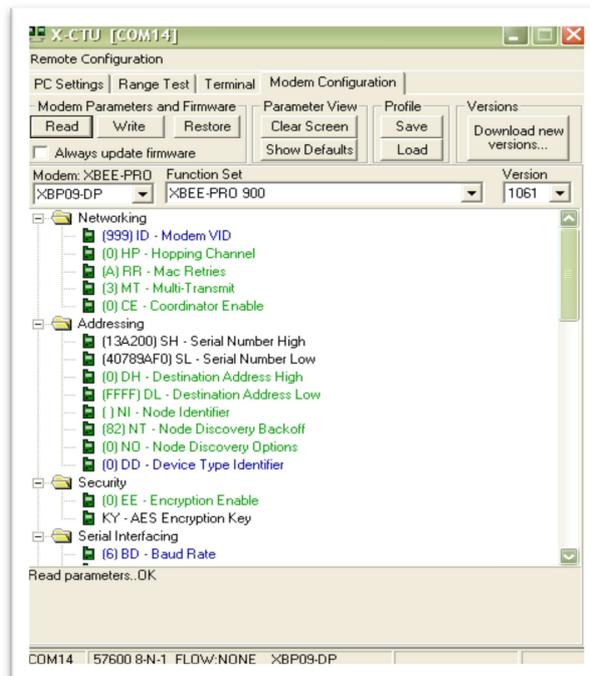


Figura 3.13 Módem Configuration del transmisor
Fuente: Investigación de campo

3. Para configurar el módulo Xbee se debe elegir un número con 3 dígitos para el ID en este caso se utilizará 999 que será la identificación de módem VID, como se observa en la figura 3.14.



Figura 3.14 Modem VID del transmisor
Fuente: Investigación de campo

4. En el parámetro Addressing seleccionar la opción DD y elegir el valor 0. Como se tiene en la Figura 3.15.

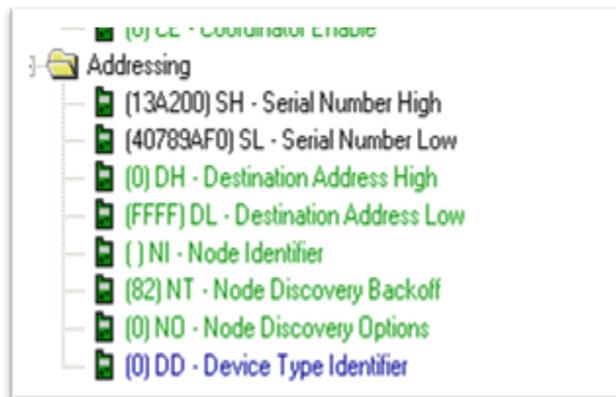


Figura 3.15 Parámetro DD del transmisor
Fuente: Investigación de campo

5. En el parámetro Serial Interfacing a la opción Baude Rate. Los módulos Xbee Pro 900 tienen como valor predeterminado 9600bps, lo que debe cambiar para que coincida con la velocidad de serie de la APM de 57600 bps. Como se ve en la Figura 3.16.

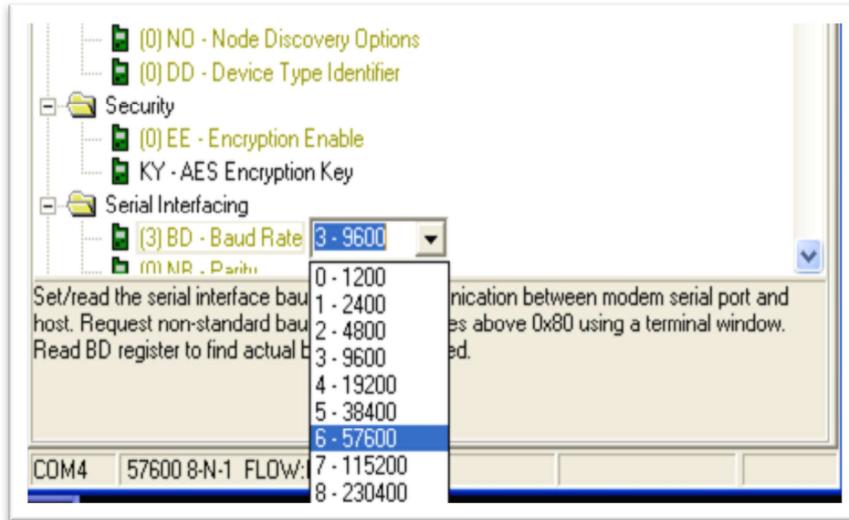


Figura 3.16 Valor del Baude Rate
Fuente: Investigación de campo

6. Si el cambio de parámetros es correcto aparecerá como la Figura 3.17, en el momento de hacer clic en la opción Read.

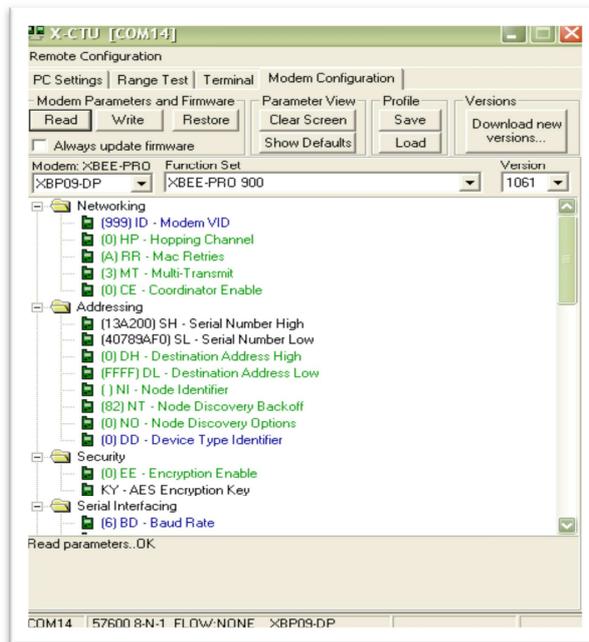


Figura 3.17 Configuración del Xbee Transmisor
Fuente: Investigación de campo

3.4.3 UNBRICKING DE UN XBEE

NOTA IMPORTANTE: A veces los módulos Xbee se dañan debido a las señales espurias. Si pasa esto se debe seguir las instrucciones que se tienen a continuación para volver a cargar el firmware:

Uso de la tarjeta adaptador USB:

1. Tome el módulo de la tarjeta de interfaz.
2. Conecte la tarjeta de interfaz de la computadora.
3. Abierto X-CTU hacen Tasa de baudios se establece que en 9600
4. Vaya a "Configuración del módem"
5. Señalar la opción "siempre actualizar el firmware de"
6. Seleccione el módem adecuado del menú desplegable (para los 900Mhz recomendadas anteriormente seleccione "XBP09-DP"
7. Haga clic en el botón "Write". Después de unos segundos de tratar de leer el módem, aparecerá un cuadro de información que dice que las medidas necesarias. En este punto, inserte con cuidado el módulo en la tarjeta de interfaz. Después de unos segundos, esto debería provocar una recarga del firmware.
8. Usted puede obtener el cuadro de información de nuevo un tiempo después, si es así sólo tiene que repetir el paso anterior un par de veces y debería funcionar.
9. Esto hará que el módulo de regreso a 9600 baudios. Establezca sus X-CTU configuración de su PC a eso y prueba de ello. Se debe informar que está reconocido.
10. Una vez que haya confirmado que está trabajando de nuevo, te hacen seguro que restablecer su velocidad de transmisión (por lo general 57600 para APM) y el número de VID para que coincida con el otro módulo.

3.5. MONTAJE DE LOS MÓDULOS DE TELEMETRÍA EN EL APM Y LA ESTACIÓN EN TIERRA.

Una vez que ya se tiene configurada los módulos Xbee Pro 900 como siguiente procedimiento se debe acoplar el módulo Xbee Pro 900 con la antena tipo alambre al ArduPilotMega como se ve en la Fotografía 3.11. El módulo con la

antena tipo alambre es el que va en el mini UAV es decir el que va transmitir los datos desde el punto en que se encuentre.

Previo a esto se puede ver en la Fotografía 3.10, los pines del puerto de telemetría que va ocupar el cable conector de telemetría en el APM. En el momento de realizar el montaje en el mini UAV los pines van hacia adelante en la parte frontal.

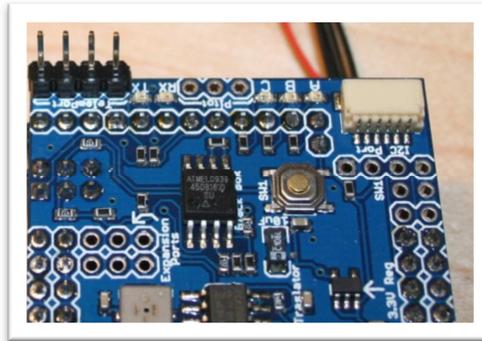


Foto 3.10 Puertos de telemetría en el APM
Fuente: Investigación de campo

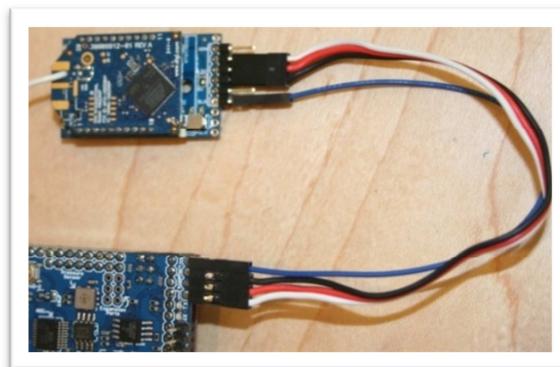


Foto 3.11 Conexión del módulo de telemetría al APM
Fuente: Investigación de campo

El módulo Xbee RPSMA es el que va en tierra y va a funcionar como una estación en tierra el que va a recibir y visualizar en una portátil los datos de velocidad y otros. Como se ve en la fotografía 3.12.



Foto 3.12 Módulo RPSMA conectada a una portátil.

Fuente: Investigación de campo

Una vez que se tiene todo listo se procede a realizar unas pruebas de comunicación, mientras la aeronave se encuentra en vuelo se adquiere y se observa en tierra a través de la portátil la visualización de la ruta y datos que está realizando el mini UAV en forma casi real, como la altitud, velocidad, dirección y demás controles que se encuentra en una aeronave. Como se ve en la fotografía 3.13.



Foto 3.13 Visualización de datos

Fuente: Investigación de campo

3.6. CARGA DE MISSION PLANNER

Para cargar Mission Planner se debe tener en cuenta para que tipo de máquina es ya sea para Windows o XP, en el caso de que sea para Windows 7 se descarga el Mission Planner 1.0.96 es una versión actualizada y autorizada para las máquinas de Windows. Para XP tenemos el Mission Planner 1.0.89.

A demás se debe tener en cuenta que hay que elegir el tipo de aeronave este caso se elige el tipo “ArduPlane” y en la pantalla aparecen demás opciones de las que se pueden seleccionar de acuerdo a las aplicaciones ya sea para simulación, configuración entre otras opciones como se ve en la siguiente imagen.



Foto 3.14 Cargar Mission Planner

Fuente: Investigación de campo

En la parte superior a la derecha se tiene tres ventanas la primera donde se elige el tipo de aeronave, el segundo donde se elige el puerto de USB y tercero donde se elige la velocidad de transmisión como se ve en la siguiente fotografía.

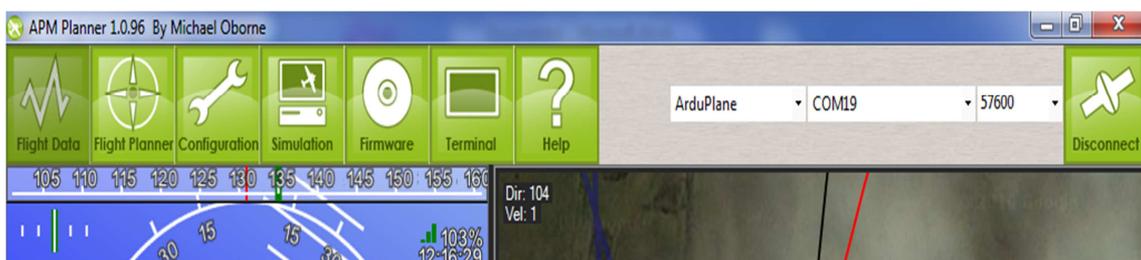


Foto 3.15 Selección de puertos

Fuente: Investigación de campo

Una vez que se tiene seleccionado como se muestra en la fotografía anterior se realiza la conexión conjuntamente con un módem de internet para que el GPS se enganche y se pueda visualizar el lugar exacto en el que se halla la aeronave conjuntamente con los datos que dicha aeronave envía como es la altitud, velocidad y demás controles que posee una aeronave en la vida real que en este caso será un mini UAV.



Foto 3.16 Ubicación del mini UAV
Fuente: Investigación de campo.

Nota: Para que el software Mission planner funcione correctamente y se pueda visualizar de manera clara se debe seguir los siguientes pasos:

- 1.- Encender la computadora y abrir el software Mission planner.
- 2.- Como segundo paso conectar el USB que comunica al módulo RPSMA.
- 3.- Como último paso conectar el modem de internet.

Se debe tener muy en cuenta los pasos mencionados ya que si se realiza en otro orden no habrá un correcto funcionamiento.

3.7. CARGAR LA BATERÍA LI-PO

Para energizar el módulo de telemetría que va en el mini UAV en conjunto con el APM, se requiere de una batería LI-PO.

En la siguiente fotografía se puede ver la batería LiPo que se debe adquirir para este tipo de proyecto. Los cables con el conector amarillo son por donde ingresa la corriente y voltaje desde el cargador, los cables más delgados con el conector blanco es el que me permite programar a la batería LI-PO.

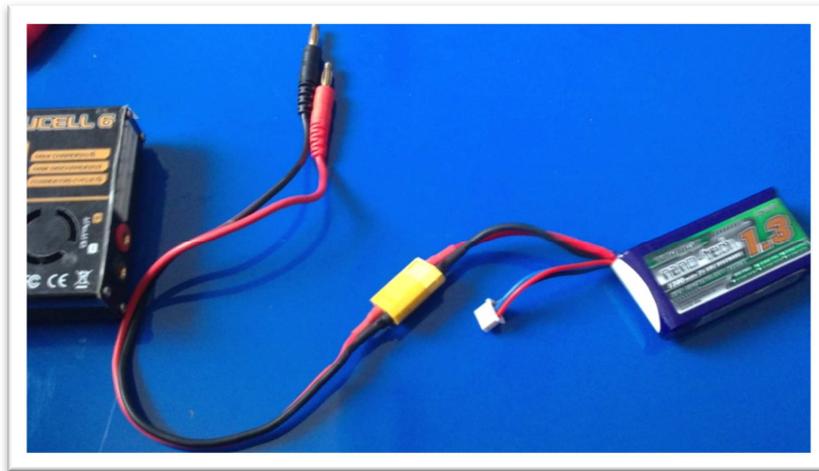


Foto 3.17 Batería LI-PO
Fuente: Investigación de campo.

Este tipo de batería es muy ventajoso ya que incluye un cargador en el que se puede programar y elegir el tipo de batería si en caso es otra y seleccionar las celdas y el voltaje que se necesite para poder energizar. El módulo de telemetría que va en el mini UAV necesita un voltaje de 3.3 V y un amperaje de 210 mA el cual está dentro del rango que tiene la batería.

Esta batería para ser cargada requiere de los siguientes procedimientos:

- 1.-Se debe enviar al cargador de la batería LiPo un voltaje de 12V a 14 V de una fuente de potencia, si sobrepasa esos rangos la batería se puede dañar.

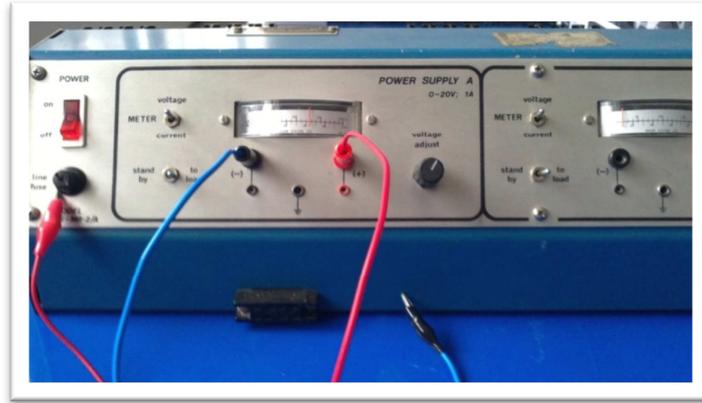


Foto 3.18 Fuente de potencia con un rango de 13V
Fuente: Investigación de campo.

2.- Una vez encendida la batería LI-PO, seleccionar de dos celdas de 7.4 V de 0.6 A, aunque la batería sea de 1.3 Amperios se recomienda que se cargue con el amperaje de 0.6, esto es debido a que si se lo realiza de forma rápida la batería LI-PO se puede dañar debido a que es forzada y mientras que si se realiza de forma lenta es decir con una baja capacidad se tiene un cargado completo sin inconvenientes.



Foto 3.19 Programación para cargar la batería L-PO
Fuente: Investigación de campo.

3.- Cuando ya esté todo seleccionado enviar a cargar. Como se ve en la Fotografía 3.19.



Foto 3.20 Batería LI-PO cargándose.
Fuente: Investigación de campo.

3.8. GASTOS REALIZADOS

Para la implementación de este proyecto se determinaron los siguientes rubros:

3.8.1. COSTOS PRIMARIOS

A continuación se detallan todos los dispositivos electrónicos y materiales usados para la realización del proyecto, y se los sintetiza en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 **Costos Primarios**

ELEMENTOS	CANTIDAD	C.UNIDAD	C.TOTAL
KIT telemetría	1	200	200
Avión Trainer	1	500	250
Kit de ArduPilotMega	1	250	125
Cable USB	1	4	4
Espuma Flex	1	1	1
Bicarbonato	1	1	1
Batería LiPo	1	12	12
		TOTAL	583

Fuente: Investigación de campo

3.8.2 COSTOS SECUNDARIOS

En la Tabla 3.2 se encuentran los gastos secundarios que están relacionados indirectamente con la realización del proyecto.

Tabla 3.2 **Costos secundarios**

DESCRIPCIÓN	C.UNIDAD	C.TOTAL
Derechos de asesor	120	120
Aranceles del peso del kit	40	40
Internet	0.80	40
Tinta para impresora	10	20
Materiales de papelería	Varios	25
	Total \$	245

Fuente: Investigación de campo

3.8.3 COSTO TOTAL

El costo total se representa en la Tabla 3.3 que es la unión de los costos primario y secundario como se muestra a continuación.

Tabla 3.3 Costo Total

COSTO PRIMARIO	218
COSTO SECUNDARIO	245
TOTAL	463

Fuente: Investigación de campo

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Para que el equipo de telemetría esté listo para ser utilizado requiere ser configurada en el software X-CTU con sus respectivos parámetros y su actualización será anual de acuerdo a las actualizaciones que publique el fabricante.
- Los módulos Xbee Pro 900 utilizan una antena omnidireccional de 900mHz, para obtener una mayor información durante la transmisión de datos desde un mini UAV hacia la estación en tierra.
- Teóricamente los módulos Xbee Pro 900 utilizados tienen un alcance de 6 millas es decir 10km, el alcance depende de la antena utilizada, aunque en la prueba de vuelo que se realizó llegó aproximadamente a 2 kilómetros.
- Durante la prueba de vuelo realizada se obtuvo datos casi reales de la velocidad, altura y demás información que posee un mini UAV datos, mismos que se pudieron visualizar en una computadora por medio de la comunicación inalámbrica a través de los módulos Xbee Pro 900.
- El adaptador Xtreambee RPSMA consta de 4 leds indicadores mismos que cuentan con sus respectivos colores dependiendo de la función que se esté realizando.

- Conociendo los protocolos de comunicación que maneja el Xbee, se consiguió la comunicación inalámbrica con éxito desde la aeronave hacia nuestra estación de tierra que en este caso es la portátil.
- Se demuestra que la conexión del equipo de telemetría se encuentra en perfecto estado y funciona correctamente ya que permitió visualizar los datos desde el punto en que se encontraba el mini UAV.
- Gracias a la versatilidad del software Mission Planner se consiguió visualizar los movimientos del mini UAV, a través de este software se puede seleccionar la forma de controlar el mini UAV ya sea en forma Manual, Automática según la necesidad que se requiera para las pruebas de vuelo.

4.2. RECOMENDACIONES

- Debido a la delicadeza de las piezas que dispone el kit de telemetría antes de implementar se debe tener muy en cuenta realizar de forma correcta al momento de energizar.
- Es importante fijarse bien en la polaridad para evitar un corto circuito y ocasionar daños internos.
- Antes de proceder a realizar las pruebas de vuelo se debe chequear todo el conjunto electrónico del mini UAV.
- Debe tener una comunicación a campo abierto ya que en un lugar cerrado no se puede obtener una buena comunicación sobre todo con el GPS.
- En el caso del módulo que recibe o que va conectada a la portátil es necesario tener en cuenta que primero se tiene que tener abierto el programa de Mission Planner y seguidamente conectar el Xbee y por

último el modem de internet ya que si no se lo realiza en esta forma no funciona correctamente.

- Para alargar la vida de la batería esperar que se descargue completamente y cargarlo de forma lenta ya que si se fuerza la batería, se puede dañar.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AES: Advanced Encryption Standard. (Estándar de Cifrado Avanzado)

APM: ArduPilotMega.

ARDUINO: Un proyecto de código abierto integrado del procesador. Incluye un estándar de hardware actualmente basado en el microprocesador Atmel ATmega168 y materiales necesarios de apoyo, y un entorno de programación de software basado en el procesamiento del lenguaje C.

ASCII: Acrónimo inglés de American Standard Code for Information Interchange (Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información),

BAJA LATENCIA: En redes informáticas de datos se denomina latencia a la suma de retardos temporales dentro de una red.

COMANDO AT: obtiene la atención del módem, la D es el comando de marcado, y la T le dice al módem que marque usando tonos.

DATALOG:

ETHERNET: es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por contienda CSMA/CD. CSMA/CD (Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones.

FTDI: Una norma para convertir USB para comunicaciones seriales. Disponible como un chip para tarjetas que tienen un conector USB o un cable para conectar a los pines de descanso. FTDI es sinónimo de futuro internacional de dispositivos de tecnología, que es el nombre de la compañía que fabrica los chips.

FIRMWARE: es un bloque de instrucciones de máquina para propósitos específicos, grabado en una memoria de tipo de solo lectura (ROM,EEPROM, flash, etc)

HYPERTERMINAL: HyperTerminal graba los mensajes enviados o recibidos por servicios o equipos situados al otro extremo de la conexión.

IDE: Un entorno de desarrollo integrado, como el editor de Arduino / descarga / software de serie del monitor. A menudo incluye un depurador.

IMU: Una unidad de medición inercial como el ArduPilot "del depósito del aceite".

LOS: Línea de Visión.

LI-PO: la batería de polímero de litio, también conocido como Lipoly. Variants incluyen iones de litio (Li-Ion). Esta química de la batería ofrece más potencia y menor peso que las baterías NiMH y NiCad.

PID: método de control proporcional / integral / Derivative. Un algoritmo de control de la máquina que permite a los bucles de control más precisos del sensor de movimiento.

PKG: Paquete

PUERTO COM: Un puerto serie o puerto serial es una interfaz de comunicaciones de datos digitales

RS-232: es una interfaz que designa una norma para el intercambio de una serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Data Communication Equipment).

RSSI: es una medida de la energía presente en un mensaje recibido de la señal de radio.

RTS: (Request to send). Solicitud de envío.

UAV: Unmanned Aerial Vehicle.

XBEE: El nombre comercial de los radio módems compatibles con ZigBee recomiendan comúnmente utilizados por los vehículos aéreos no tripulados de aficionados.

ZIGBEE: Una red inalámbrica de comunicaciones estándar, que tiene un mayor alcance que el Bluetooth, pero menor consumo de energía que WiFi.

BIBLIOGRAFÍA

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz_de_programaci%C3%B3n_de_aplicaciones.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/RS-232>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/ASCII>
- <http://www.google.com.ec>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_serie
- <http://es.globalacronyms.com/ftdi>
- <http://www.eveliux.com/mx/comandos-at.php>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnología_TTL
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Radiofrecuencia>
- <http://code.google.com/p/ardupilot-mega/wiki/Wireless>
- http://store.jdrones.com/product_p/telseta01.htm
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Telemetr%C3%ADa>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Latencia>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus
- <http://www.rdebug.com/2009/09/uso-basico-del-multiplexor-74157.html>
- http://meteo.ieec.uned.es/www_Usumeteog/comp_comb_multiplexores.html

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **Andi Grefa Liz Débora**, Egresado de la carrera de Electrónica Mención Instrumentación & Aviónica, en el año 2011 con Cédula de Ciudadanía N° **150087265-8**, autor del Trabajo de Graduación **VISUALIZACIÓN DE SEÑALES DE VELOCIDAD Y PRESIÓN DESDE EL MINI UAV MEDIANTE EL XBEE-PRO 900**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Andi Grefa Liz Débora

C.I. 150087265-8

Latacunga, 28 de febrero del 2012