



INAOE

# Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

## REPORTE TÉCNICO No.614

COORDINACIÓN DE ASTROFÍSICA

### MANUAL DESCRIPTIVO DEL ENSAMBLE DE UN SATÉLITE TIPO CANSAT

**Valadez-Campos E.<sup>3</sup>, Sumano-Mejía E.<sup>4</sup>,  
López-García T.<sup>3</sup>, Mendoza-Torres J.E.<sup>1</sup>,  
Vedenkin N.<sup>2</sup>, Mendoza-Torres G.<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup>*Departamento de Astrofísica, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y  
Electrónica, Enrique Erro 1, Tonanzintla, México*

<sup>2</sup>*Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Leninskie  
gory, GSP-1, Moscow 119991, Russian Federation*

<sup>3</sup>*Facultad de Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,  
Puebla, México*

<sup>4</sup>*Becario del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Enrique  
Erro 1, Tonanzintla, México*

©INAOE 2015

Derechos Reservados

El autor otorga al INAOE el permiso de reproducir y distribuir copias de este reporte técnico en su totalidad o en partes mencionando la fuente.



## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. OBJETIVO.....	2
2. MATERIAL .....	2
3. ENSAMBLE DE LA TARJETA DE CONTROL.....	4
4. PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO PRO MINI .....	4
5. ENSAMBLE DE LA TARJETA DE RADIOFRECUENCIA .....	7
6. TARJETA DE LOS SENSORES.....	9
7. ENSAMBLE GENERAL DEL CANSAT .....	10
7.1. CONEXIONES ENTRE LAS TARJETAS .....	11
8. VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO.....	13
9. APENDICE .....	15
9.1. PROGRAMA PARA EL ARDUINO .....	15

# 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se muestra como ensamblar el nano satélite tipo CANSAT. También se explica cómo programar el microcontrolador, como colocar las tarjetas en el CANSAT y como conectarlas. Finalmente se muestra el funcionamiento del CANSAT al recibir los datos en una computadora.






## 1.1.OBJETIVO

Como objetivo principal de este trabajo es buscar que jóvenes de preparatoria incursionen en temas relacionados a ciencia y tecnología espacial, sin que requieran un elevado conocimiento previo de los aspectos técnicos que esto implica. Los satélites tipos CANSAT son relativamente de bajo costo y no requieren de equipo o herramientas muy especializadas para el armado; lo que lo hace un buen candidato para diseñar pruebas de funcionamiento de carácter profesional y a la vez, sea una tarea didáctica para los jóvenes.

## 2. MATERIAL

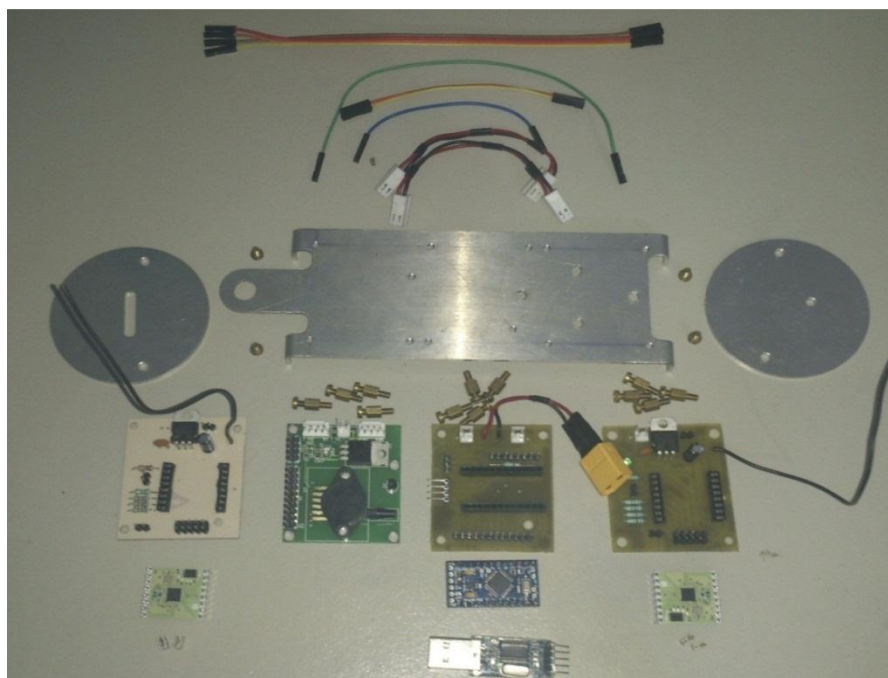
Para poner en funcionamiento al satélite tipo CANSAT descrito en este manual, es necesario el material listado en la tabla 1.

Cantidad	Descripción	Imagen
2	Módulos de radiofrecuencia RXQ2-433	
1	Arduino Pro Mini 5 V ATmega328	
1	Convertidor USB-UART	
4	Jumpers	
12	Postes separadores + tornillo	
4	Tornillos	
1	Tarjeta base de control	

1	Tarjeta de sensores	
2	Tarjeta base de radiofrecuencia	
5	Conectores Hembra -- Hembra de 20 cm	
3	Conectores Hembra – Hembra de 10 cm	
2	Conectores con polaridad	
1	Armazón del CANSAT	
1	Desarmador plano	
1	Batería de 9 V	

**Tabla 1. Lista del materia necesario para el armado del CANSAT.**

Se recomienda ordenar el material como se muestra en la Figura 2.1 para evitar alguna pérdida.



**Figura 2.1. Imagen donde se muestran todos los componentes del CANSAT.**

**Observación:** Es muy importante que a lo largo de este instructivo, se respeten la orientación de los componentes y el orden de las conexiones, para así evitar dañar alguno de los dispositivos electrónicos.

### 3. ENSAMBLE DE LA TARJETA DE CONTROL

Para esto se necesita la tarjeta base de control y el Arduino Pro Mini (ver Figura 3.1). Colocar el Arduino Pro Mini en la tarjeta base como se visualiza en la figura 3.1.

**Precaución:** Sea cuidadoso con la orientación de la tarjeta base al momento de colocar el Arduino Pro Mini.

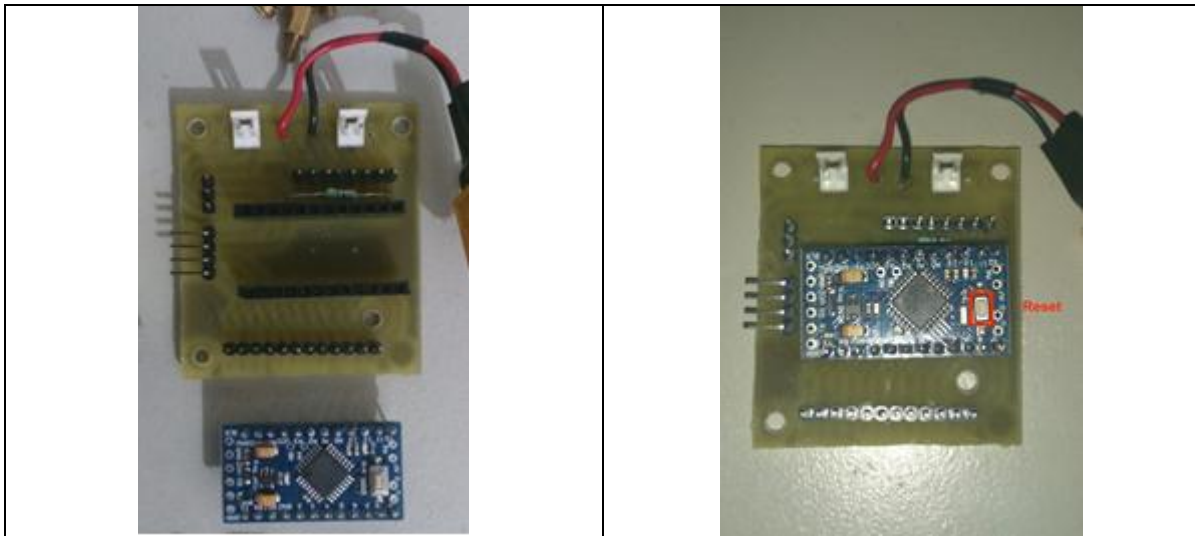
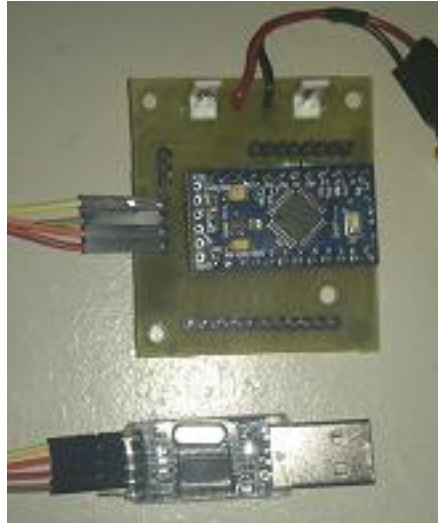




Figura 3.1. Imagen de la tarjeta de control y del Arduino Pro Mini. En el panel del lado izquierdo, se muestra la tarjeta base separada del Arduino. En el panel derecho se muestra ambas tarjetas ya ensambladas; se resalta el botón de reset (cuadro rojo) como referencia para la correcta colocación del Arduino.

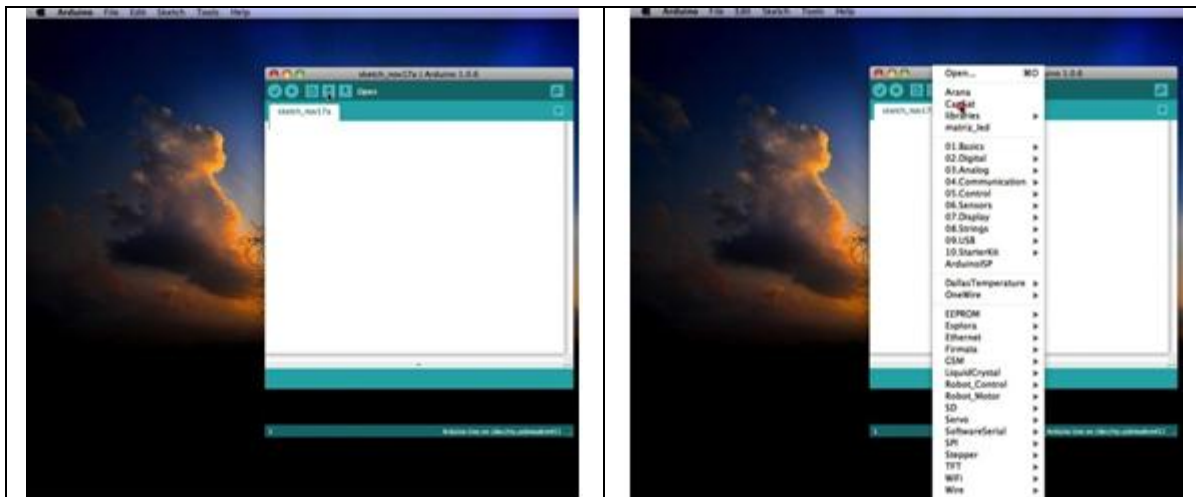
### 4. PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO PRO MINI

Para poder realizar la programación del Arduino Pro Mini necesitamos conectar la tarjeta de control con el convertidor USB-UART, para ello se utilizan 4 conectores hembra-hembra y se realiza la conexión que se muestra en la Figura 4.1. Se recalca que en todo momento se debe respetar el modo en que están conectados cada cable.



**Figura 4.1.** Imagen donde se muestran la tarjeta de control y el convertidor USB-UART. Para una conexión adecuada, se debe tomar como referencia el color de cada uno de los cables.

Una vez realizadas estas conexiones conectar el adaptador USB-UART a un puerto USB de la computadora. Aparecerá un mensaje indicando que se ha conectado el adaptador, presionamos cancelar. A continuación abrir la aplicación Arduino , cuando el programa se ejecute aparecerá una ventana como la de la Figura 4.2. Para abrir el programa del CANSAT damos click en abrir  y aparecerá un menú desplegable como el que se muestra en la Figura 4.2, damos click en “CanSat” y aparecerá en la ventana el código del CANSAT.



**Figura 4.3.** Captura de pantalla que muestra la ventana principal de la aplicación Arduino. En el panel izquierdo está la hoja de trabajo que es donde se escribe o modifica el código del microcontrolador. En el panel de la derecha se muestra el menú para abrir un código ya existente.

Antes de programar una tarjeta Arduino debemos indicar al programador con qué modelo de tarjeta estamos trabajando y en que puerto USB esté conectado. Para indicarle el modelo de la

tarjeta basta con ir al menú **“Tools->Board”** y dar click en la opción **“Arduino Pro”** o **“Pro Mini (5V, 16 MHz) w/ATmega328”** (ver Figura 4.3). Para indicar el puerto USB al que está conectado nuestra tarjeta debemos ir al menú **“Tools->Serial Port”** y seleccionar la opción **“/dev/tty.usbserial”** (ver Figura 4.3).

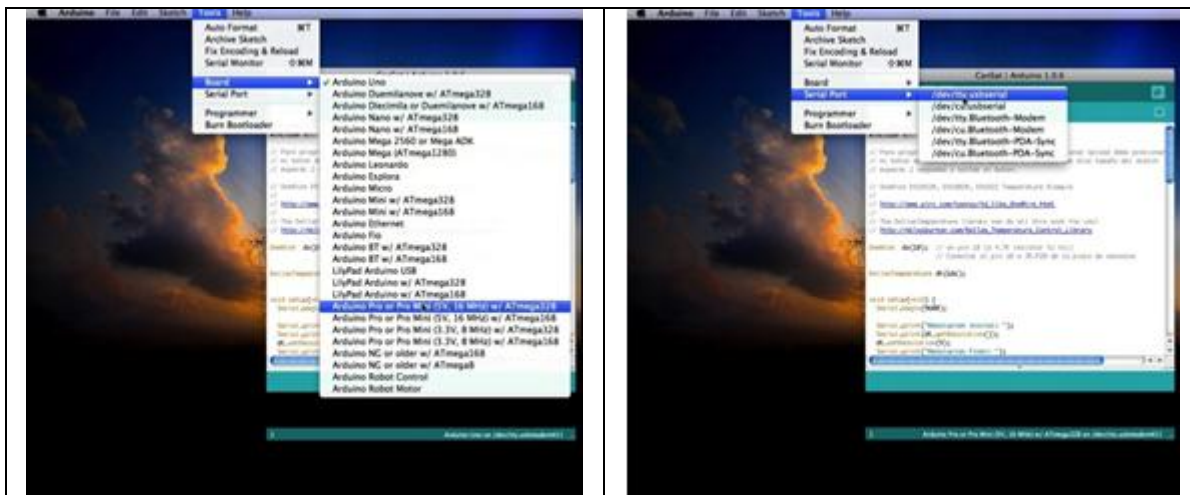


Figura 4.3. Capturas de pantalla de la aplicación Arduino. A la izquierda se está indicando en el menú que modelo de Arduino se está utilizando. A la derecha se selecciona el puerto USB se tiene conectado.

Para programar la tarjeta Arduino Pro Mini es necesario mantener presionado el botón de **“reset”** que se encuentra en la tarjeta (ver Figura 3.1), posteriormente presionar el botón de **“Upload”** de la aplicación (ver Figura 4.4) y luego dos segundos después de que aparezca la leyenda del tamaño del sketch, soltar el botón de **“reset”** (ver Figura 4.5). Cuando soltemos el botón de **“reset”** en el convertidor USB-UART se encenderá de forma intermitente un led color azul. Si el proceso se llevó a cabo de forma correcta se mostrará el mensaje **Done Uploading** (ver Figura 4.6).



Figura 4.4. Captura de pantalla donde se muestra la carga del programa





**Figura 4.5. Captura de pantalla de la aplicación Arduino. En esta imagen en particular se muestra el aviso del sketch**



**Figura 4.6. Captura de pantalla donde se muestra el mensaje de programación exitosa (*Done Uploading*)**

Cuando termine de programar la tarjeta Arduino Pro Mini, desconecte el adaptador USB-UART de la computadora y los cables que van de este a la tarjeta de control.

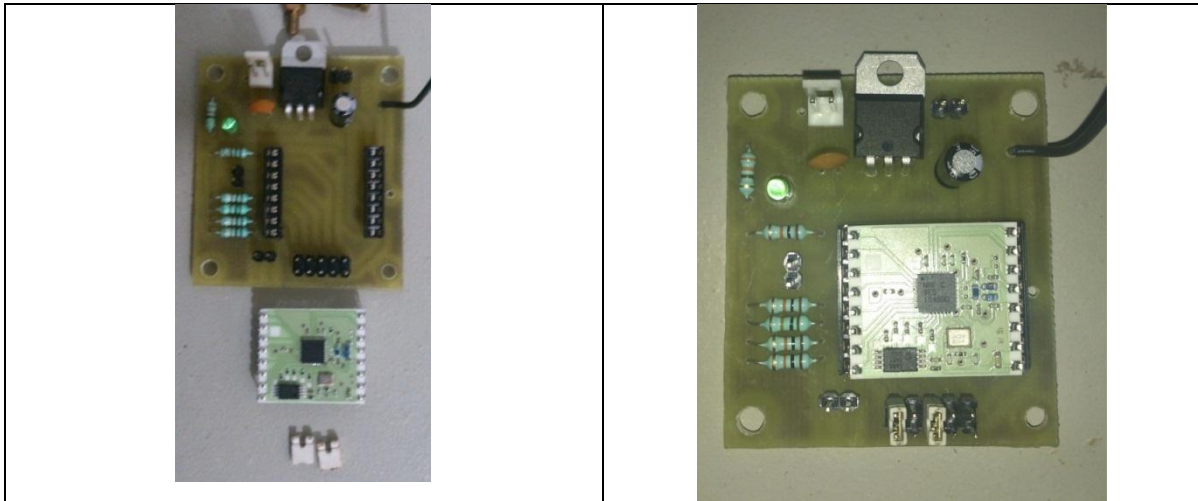
## 5. ENSAMBLE DE LA TARJETA DE RADIOFRECUENCIA

La función principal de esta tarjeta es enviar en tiempo real y de forma remota la información que va obteniendo el CANSAT durante su recorrido.



Para ensamblar la tarjeta de radiofrecuencia necesitaremos la tarjeta base de radiofrecuencia, el módulo de radiofrecuencia y 2 jumpers (ver Figura 5.1). Colocar el módulo de radiofrecuencia y los jumpers en la tarjeta base de radiofrecuencia (ver Figura 5.1).

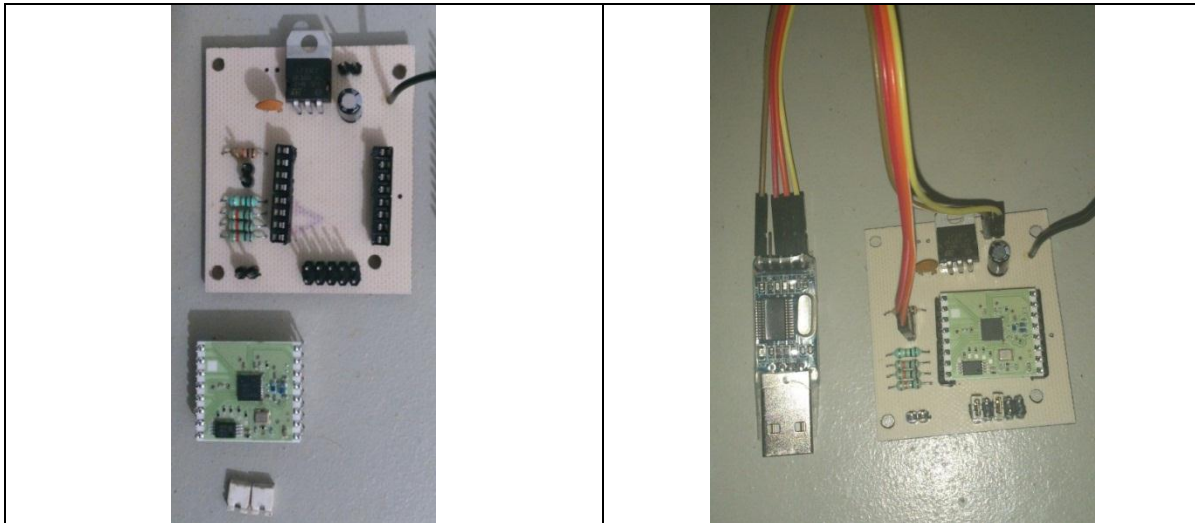
Precaución: Es importante colocar el módulo de radiofrecuencia con la misma orientación que en la figura ya que de lo contrario el módulo podría dañarse.



**Figura 5.1. Ensamble de la tarjeta de radiofrecuencia para la comunicación con el CANSAT. En el panel izquierdo se muestra el material necesario para acoplar la tarjeta de radiofrecuencia. En el panel derecho se muestra como debe quedar el armado.**

Se necesita una segunda tarjeta de radiofrecuencia la cual se encargará de recibir la información que está siendo enviada por el CANSAT. Este módulo será conectado a una computadora para poder visualizar la información en la forma que más nos convenga.

Para ensamblar este módulo necesitamos un módulo de radiofrecuencia, 2 jumpers, la tarjeta base de radiofrecuencia (ver Figura 5.2) y el convertidor USB-UART con los respectivos conectores hembra-hembra que ya estaban conectados en él. Debemos conectar estos componentes como se muestra en la Figura 5.2.



**Figura 5.2.** Imagen del ensamble de la tarjeta de radiofrecuencia para conectarla a la computadora. En el panel de la izquierda se muestra el material necesario para ensamblar la tarjeta de radiofrecuencia. En el panel derecho se muestra las conexiones con el convertidor USB-UART para realizar la conexión a la computadora.

Precaución: Es importante colocar el módulo de radiofrecuencia con la misma orientación que en la figura ya que de lo contrario el módulo podría dañarse. Nótese que se cambió la posición del cable café en el convertidor USB-UART.

## 6. TARJETA DE LOS SENSORES

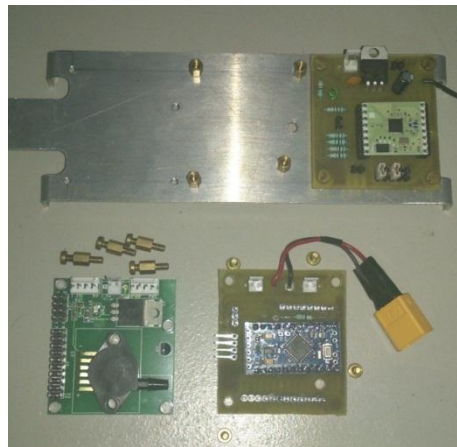
Esta tarjeta no requiere de ningún ensamble, cuenta con un sensor de temperatura y un sensor de presión atmosférica. La tarjeta se muestra en la Figura 6.1.



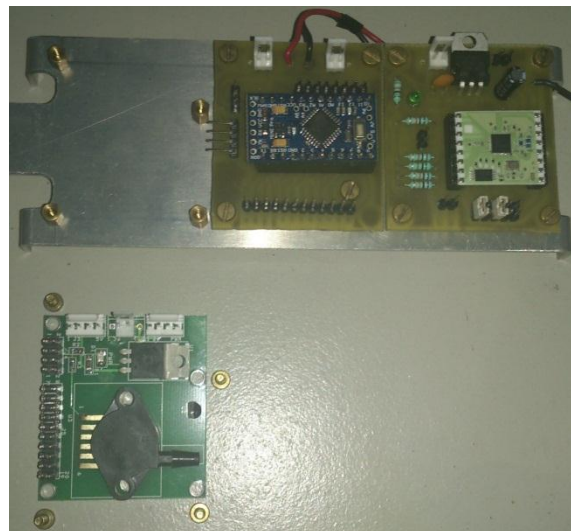
**Figura 6.1.** Imagen de la tarjeta que contiene los sensores.

## 7. ENSAMBLE GENERAL DEL CANSAT

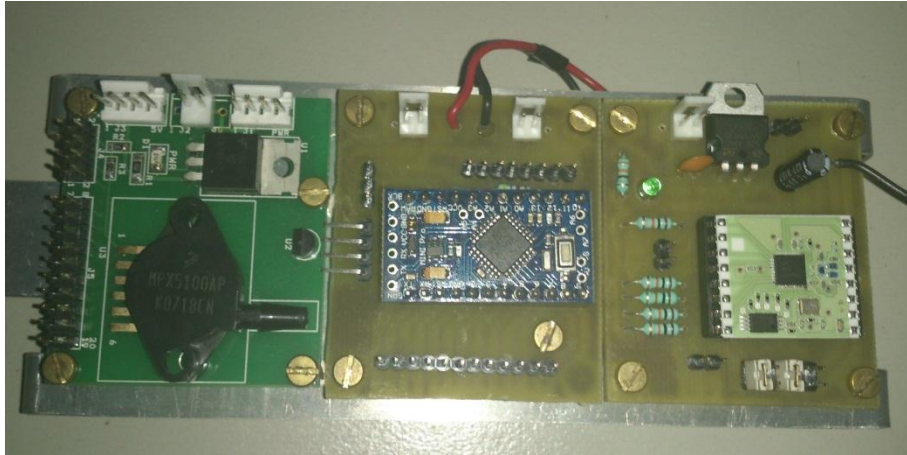
Para ensamblar el CANSAT necesitamos la pieza rectangular del armazón, la tarjeta de radiofrecuencia, la tarjeta de control, la tarjeta de sensores y los 12 postes con tornillo. Colocar la pieza rectangular del armazón y las tres tarjetas en la orientación que se muestra en la Figura 7.1.1, con la ayuda de los postes con tornillo, iremos fijando la tarjeta de radiofrecuencia, la tarjeta de control (ver Figura 7.1.2) y finalmente la tarjeta de sensores (ver Figura 7.1.3).



**Figura 7.1.1.** Imagen donde se muestra la base metálica del CANSAT con la tarjeta de radiofrecuencia.



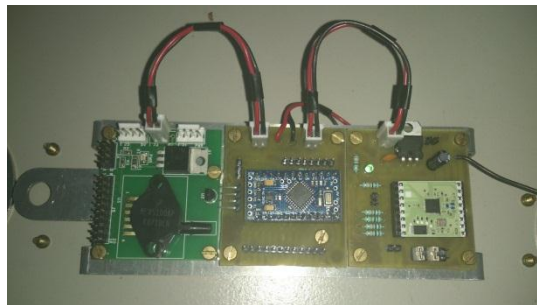
**Figura 7.1.2.** Imagen de la base metálica del CANSAT con la tarjeta de radiofrecuencia y la tarjeta de control atornillada.



**Figura 7.1.3. Imagen donde se muestran las tarjetas de radiofrecuencia, de control y la etapa de sensores atornilladas a la base metálica del CANSAT**

## 7.1.CONEXIONES ENTRE LAS TARJETAS

Colocar un conector con polaridad en la tarjeta de sensores y otro en la tarjeta de radiofrecuencia y posteriormente conectarlos a la tarjeta de control como se muestra en la Figura 7.1.4. Conectar la tarjeta de radiofrecuencia con la tarjeta de control utilizando 2 conectores hembra-hembra de 10 cm (ver Figura 7.1.5). Conectar el sensor de presión a la tarjeta de control, la salida de este sensor se encuentra en el conector J4 en el pin 2 (tarjeta de sensores) y debe ir conectado a la entrada analógica A0 de nuestra tarjeta Arduino como se muestra en la Figura 7.1.6. Para conectar el sensor de temperatura a la tarjeta de control utilizaremos 1 conector hembra-hembra, para leer las mediciones es necesario conectar el pin 20 del conector J5 (tarjeta de sensores) a la I/O 10 del Arduino.



**Figura 7.1.4. Imagen del CANSAT donde se muestran las conexiones de alimentación (cables).**

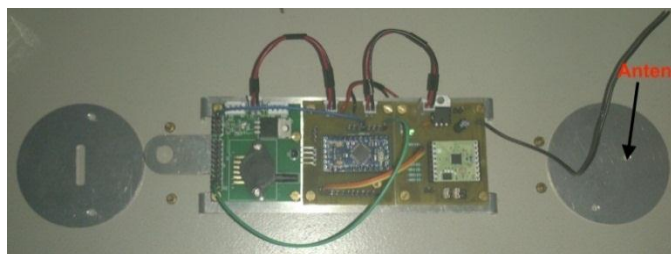


**Figura 7.1.5. Imagen del CANSAT con las conexiones de alimentación y la conexión entre la tarjeta de control y la tarjeta de radiofrecuencia (conectores de color amarillo, café y rojo).**



**Figura 7.1.6. Imagen del CANSAT con la conexión del sensor de presión y la tarjeta de control (cable azul).**

Colocar las circunferencias del armazón del CANSAT en la base rectangular utilizando los 4 tornillos para fijarlas. Si ubica las circunferencias como se muestra en la Figura 7.1.7; el colocarlas le será más sencillo. Una vez concluida esta operación el CANSAT debe verse como en la Figura 7.1.7. Observe que la antena de la tarjeta de radiofrecuencia debe pasar por el orificio de la circunferencia que está más próxima a ella.



**Figura 7.1.6. Imagen del ensamble del CANSAT con las circunferencias del armazón metálico. Se resalta el orificio por donde el cable de la antena debe de pasar.**

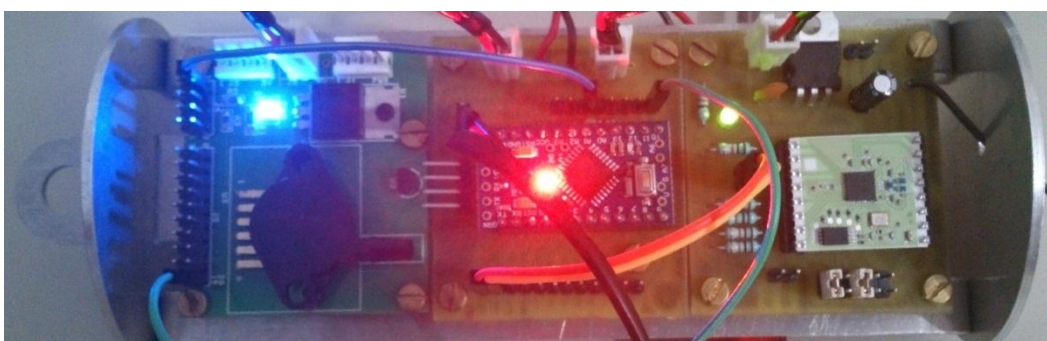




**Figura 7.1.7. Fotografía del CANSAT totalmente ensamblado.**

## 8. VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO

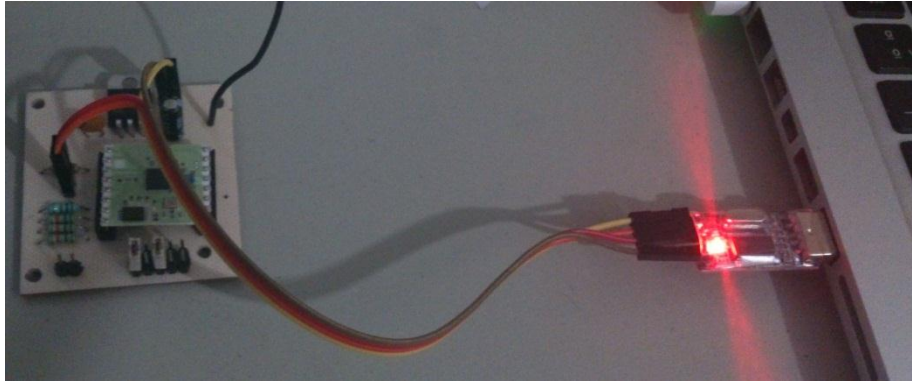
Para empezar a verificar las funciones del aparato, es preciso conectarlo a una fuente de voltaje, en este caso, uniendo el conector amarillo que se encuentra en la tarjeta de control con el conector de la batería. Se encenderá un led indicador en cada tarjeta del CANSAT como se muestra en la Figura 8.1.



**Figura 8.1. Fotografía del CANSAT encendido. Los 3 leds (color azul, rojo y verde) de cada tarjeta indican que están recibiendo voltaje.**

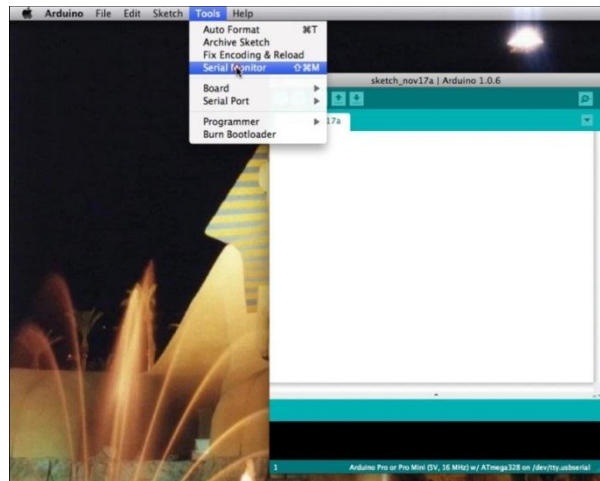
Para establecer comunicación con el CANSAT, es preciso conectar la tarjeta de radiofrecuencia, mostrada en la Figura 5.2, a la computadora (ver Figura 8.2).





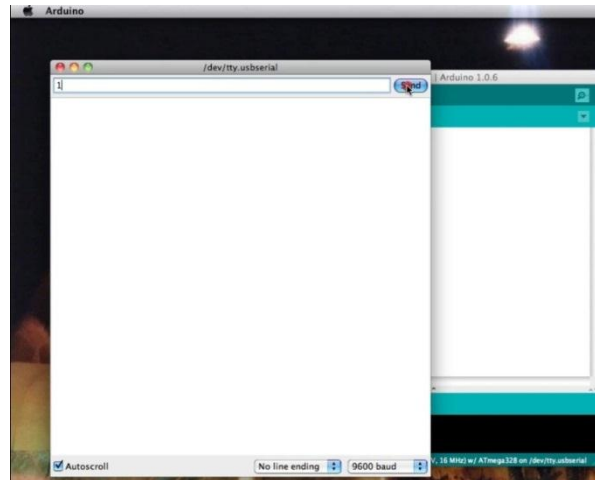
**Figura 8.2. Imagen donde se muestra la conexión de la tarjeta de radiofrecuencia de la figura 5.2 a la computadora**

En la computadora, abrimos nuevamente la aplicación Arduino y nos dirigimos al menú Tools y seleccionamos la opción Serial Monitor (ver Figura 8.3).



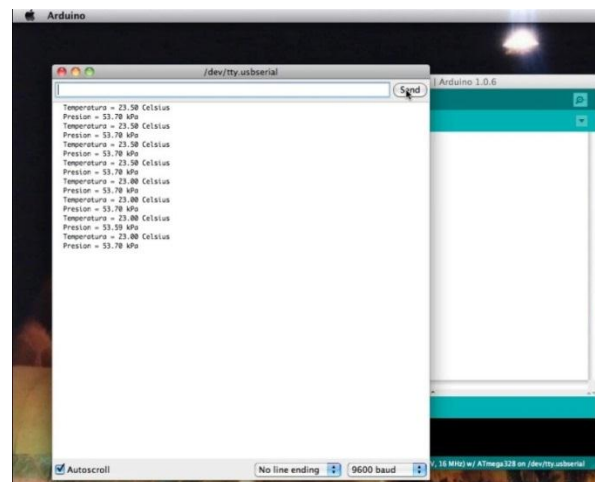
**Figura 8.3. Captura de pantalla de la aplicación Arduino, donde se muestra al menú “Tools” y la opción para el monitor serial (Serial Monitor).**

Aparecerá una nueva ventana la cual nos permitirá ver los datos que son enviados por el CANSAT y también poder enviarle instrucciones. Para que el CANSAT empiece a transmitir datos, debemos enviarle un “1” (Figura 8.4).



**Figura 8.4. Captura de pantalla de la aplicación Arduino mostrando el monitor Serial (Serial Monitor) mandando un “1” hacia el CANSAT**

Inmediatamente después de que pulsamos el botón “Send”, los datos del CANSAT aparecerán en la ventana cada 110 milisegundos (ver Figura 8.5). Para suspender la transmisión de datos, debemos enviarle al CANSAT un número que sea diferente de “1”, por ejemplo un “12”, y la transmisión de datos se detendrá hasta que nuevamente se le mande un “1”.



**Figura 8.5. Captura de pantalla de la aplicación Arduino con la ventana del monitor Serial (Serial Monitor). En esta imagen en particular, ya se muestran los datos recibidos por el CANSAT**

## 9. APENDICE

### 9.1.PROGRAMA PARA EL ARDUINO

Para leer y configurar el sensor de temperatura se utilizó la librería OneWire.h y la librería DallasTemperature.h las cuales pueden ser descargadas desde los siguientes links:

- [http://www.pjrc.com/teensy/arduino\\_libraries/OneWire.zip](http://www.pjrc.com/teensy/arduino_libraries/OneWire.zip)
- [http://download.milesburton.com/Arduino/MaximTemperature/DallasTemperature\\_372B\\_eta.zip](http://download.milesburton.com/Arduino/MaximTemperature/DallasTemperature_372B_eta.zip)

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

OneWire ds(10); // Conectar al pin 10 a J5-P20 de la placa
de sensores
DallasTemperature dt(&ds);

void setup(void) {

    Serial.begin(9600); // Configurar el puerto serial a 9600 baudios.
    Serial.print("Resolucion inicial: ");
    Serial.print(dt.getResolution()); // Obtener la resolucion a la que
    esta configurado
    // el sensor de temperatura
    dt.setResolution(9); //Cambiar la resolucion a 9 bits
    Serial.print("Resolucion final: "); Serial.print(dt.getResolution());
    //Mostrar la resolucion actual

}

void loop(void) {

    byte i;
    byte present = 0; byte data[12];
    byte On_Off=0;
    byte addr[8]={40,208,162,25,3,0,0,37}; // 28 D0 A2 19 03 00
00 25
    // Dirección de este sensor de temperatura
    float celsius, val, presion;
    On_Off = Serial.read(); // Esperar a que la estacion terrena
    envíe
    // la señal de inicio while(On_Off=='1'){

//*****
    //lectura del sensor de temperatura DS18B20
    if (OneWire::crc8(addr, 7) != addr[7]) { Serial.println("CRC is
    not valid!");
        Serial.println();
```

```

        return;
    }

    ds.reset();
    ds.select(addr);
    ds.write(0x44, 1);           // Iniciar la conversion delay(110);
    // el sensor tarda aproximadamente 95ms
    // para hacer la conversión present = ds.reset(); ds.select(addr);
    ds.write(0xBE);

    for ( i = 0; i < 9; i++) {           // Configurado a 9
        bits
            data[i] = ds.read();
    }
    // Convertir los datos obtenidos a temperatura
    int16_t raw = (data[1] << 8) | data[0];
    raw = raw & ~7; // 9 bit resolution, 93.75 ms
    celsius = (float)raw / 16.0;
    Serial.print(" Temperatura = ");
    Serial.print(celsius);
    Serial.print(" Celsius");
    Serial.println();

    //*****
    //Lectura del sensor de presion MPX5100AP
    val = analogRead(0)*0.0049; //Convertir el valor del canal
    analógico a voltaje
    // Conectar en A0 J4-P2
    presion=(val/5.0-0.04)/0.009; // Fórmula para calcular la presión
    tomada
    // de la hoja de datos

    Serial.print(" Presion = ");
    Serial.print(presion);
    Serial.print(" kPa");
    Serial.println();
    if (Serial.available() > 0)
    On_Off = Serial.read(); //Verificar si la estación terrena ha enviado
    la señal de paro
    }
    }

```