

# Introducción a la telemetría en APRS.

Javier Moldes - EB1HBK  
para  
www.cacharreo.es  
(corrección-1)

En el protocolo de APRS está contemplado el envío de datos de telemetría. Estos datos se envían por radio mediante paquetes de AX25 en unas tramas especiales que adoptan el siguiente formato:

**T#000,111,222,333,444,555,bbbbbbbb**

Esta trama especial esta formada por siete campos separados por comas que se corresponden con el numero de orden de la medición, cinco entradas analógicas y ocho entradas digitales. Es en estos campos en donde se codifica toda la información y vamos a detallar a continuación lo que significan.

## **T#000**

Esta trama es la que indica que a continuación vienen los datos de telemetría. Todas las tramas van numeradas en orden ascendente comenzando en la trama T#000, luego la T#001, T#002...etc. Esto permite controlar en la red si todas las tramas llegan bien o se han perdido algunas. Cuando se alcanza el valor T#254 vuelve a contar desde cero.

## **111,222,333,444,555**

Estos campos de tres cifras contienen el valor medido para cada una de las entradas analógicas, hasta un máximo de cinco. Muestran un valor numérico desde 0 a 255. Este valor numérico es en realidad el equivalente decimal a un valor binario de ocho bits, que es a su vez el numero de bits con que realiza el muestreo de cada entrada el conversor analógico-digital.

Dicho de otro modo: El sistema de medición dispone de cinco conversores analógico-digital con una resolución de ocho bits cada uno. Cada entrada es "medida" por el conversor correspondiente que convierte el valor de tensión entregado por el sensor en un número binario de ocho bits.

Con ocho bits podemos formar 255 números diferentes, luego el abanico de tensión medible podrá dividirse en 255 niveles distintos. Como el margen de trabajo habitual en electrónica digital es de 0 a 5 voltios, el "salto" de tensión mas pequeño que podremos medir con un conversor analógico-digital de ocho bits será de aproximadamente 0,02 voltios o 20 milivoltios (5/255).

## **bbbbbbbb**

El último campo esta formado por datos binarios. Esta compuesto por ocho valores digitales u ocho bits, que pueden tomar valor 0 o 1 con la activación de las entradas digitales correspondientes del sistema de medida.

## Resumen

Con lo expuesto hasta ahora vemos que el protocolo de APRS implementa la función del envío de telemetría con capacidad para 5 valores analógicos con resolución de ocho bits y 8 señales digitales con valor 0 o 1.

Ejemplo de trama de telemetría en APRS recogida del servidor aprs.fi:

2010-02-23 09:14:37 UTC: **EA1GDH-10**>APOTC1:T#136,139,171,163,140,000,00000010

Figura la fecha y la hora de recepción de la trama, el indicativo de la estación transmisora y después de los dos puntos la parte de telemetría propiamente dicha.

Vemos que se trata de la trama número 136 (T#136) y que incluye cinco grupos de tres cifras (139, 171, 163, 140 y 000) correspondientes a la medida de los cinco canales analógicos. En este caso el último grupo indica 000 por que no está conectado a ningún sensor.

A continuación aparecen los ocho bits (00000010) indicando que todas las entradas digitales están desactivadas, excepto la que corresponde al bit número dos que está activa.

## Cuestiones prácticas

El campo de ocho bits puede usarse para enviar información de algo tan simple como el estado abierto o cerrado de diferentes interruptores o cualquier otro tipo de codificación binaria que se nos ocurra.

Los cinco campos analógicos pueden medir cualquier valor de tensión entre 0 y 5 voltios con una resolución de unos 20 milivoltios. Si precisamos medir tensiones de mayor valor tendremos que limitar su valor máximo mediante divisores de tensión. Para medir valores muy pequeños o con variaciones mínimas será conveniente recurrir a una amplificación previa de la señal para poder aprovechar todo el margen de medida del conversor analógico-digital.

Podemos medir cualquier magnitud física tal como temperatura, presión, humedad, intensidad de campo, distancia, peso, volumen, intensidad luminosa, reactancia, intensidad sonora, conductividad, resistencia, pH, torsión, aceleración, etc. basta con encontrar el transductor o sensor adecuado que traduzca esa magnitud en una tensión eléctrica con un valor comprendido entre 0 y 5 voltios.

## **Decodificando la telemetría**

Bien, tenemos un sensor, por ejemplo un LM35, que proporciona un valor de tensión diferente para cada temperatura. Mediante el conversor analógico-digital esa tensión se mide y se guarda el resultado como una cifra de de ocho bits. Esa cifra de ocho bits se traduce a su equivalente decimal que puede ser cualquier valor de 000 a 255. Es este número, en formato decimal, el que finalmente se envía en la trama de telemetría para indicar la temperatura medida por el sensor.

En la trama de telemetría del ejemplo anterior:

2010-02-23 09:14:37 UTC: **EA1GDH-10**>APOTC1:T#136,139,**171**,163,140,000,00000010

La estación EA1GDH-10 está configurada para que el segundo campo analógico, donde indica 171, muestre el valor de la tensión de carga de la batería que alimenta el conjunto de la instalación (el segundo campo analógico es el tercer valor numérico de tres cifras, por que el primer valor indica el numero correlativo de la trama).

¿Pero que indica el 171? ¿Cual es el valor real en voltios en los bornes de la batería?

## **PARAM, UNIT, EQNS, BITS**

Estas son etiquetas especiales en el protocolo de APRS que permiten la correcta decodificación de los datos de telemetría por parte de las estaciones receptoras.

La trama de datos de telemetría permite el envío de 13 parámetros diferentes (5 analógicos y 8 digitales) repartidos entre los cinco campos decimales de tres cifras y el campo binario de ocho bits.

La etiqueta PARAM permite asignar un nombre a cada uno de los 13 parámetros y así establecer a que magnitud física real (tensión, temperatura...) corresponde el valor medido.

**PARAM.p1,p2,p3,p4,p5,b1,b2,b3,b4,b5,b6,b7,b8**

La etiqueta UNIT permite establecer en que unidades se realiza la medida (voltios, grados C, etc...).

**UNIT.u1,u2,u3,u4,u5,d1,d2,d3,d4,d5,d6,d7,d8**

La longitud de los nombres que podemos usar para las etiquetas PARAM y UNIT esta limitada. Así para los cinco parámetros analógicos la longitud máxima de los nombres es de 7,6,5,5 y 4 caracteres. Para los nombres de los ocho parámetros binarios la longitud disponible es de 5,4,3,3,3,2,2 y 2 caracteres respectivamente.

La etiqueta BITS permite indicar en que condición el valor digital de cada uno de los ocho bits se considera activo, si cuando esta en valor 0 o cuando esta en valor 1. Además permite incluir un texto de libre configuración de hasta 23 caracteres máximo.

### **BITS.xxxxxxxx,titulo hasta 23 caracteres**

La etiqueta EQNS contiene la información necesaria para obtener el valor real de la magnitud medida partiendo del valor de tres dígitos contenido dentro de cualquiera de los campos analógicos de la trama de telemetría.

El diseñador del sistema de telemetría establece para cada sensor analógico una función de transferencia mediante la cual cada variación en la magnitud a medir se traduce en un cambio proporcional en el voltaje de entrada del conversor analógico-digital. La función de transferencia nos dice, por ejemplo, cuantos voltios corresponden a cada grado C de temperatura, y que margen de temperatura podremos medir entre 0 y 5 voltios y con que resolución.

También nos permite realizar el proceso inverso, partiendo del valor de tensión medido obtenemos el valor de temperatura real en grados C.

La función de transferencia es una ecuación de segundo grado del tipo:

$$\mathbf{aX^2 + bx + c = \text{valor parámetro}}$$

Donde:

X: es el dato en formato decimal que aparece en cualquiera de los cinco campos analógicos de la trama de telemetría.

a, b, c: son los coeficientes de la ecuación que permiten obtener el valor real de la magnitud a medida partiendo del parámetro analógico en la función de transferencia.

parámetro: es el valor real medido, obtenemos este valor al despejar la ecuación.

El valor de X se envía en cada trama de telemetría (es el valor de 000 a 255 de cualquiera de los campos analógicos). Los coeficientes a, b y c, son los datos que se envían en la etiqueta EQNS y que permiten a cualquier programa cliente de APRS realizar el proceso inverso con la función de transferencia y decodificar el valor real de la magnitud medida.

### **EQNS.a1,b1,c1,a2,b2,c2,a3,b3,c3,a4,b4,c4,a5,b5,c5**

a1,b1 y c1 son los coeficientes de la función de transferencia para el primer parámetro  
a2,b2 y c2 son los coeficientes para el segundo parámetro, etc...

## Configuración práctica

Los valores de las etiquetas PARM, UNIT, BITS y EQNS pueden introducirse directamente en el programa cliente de APRS para decodificar los datos de una estación transmisora en concreto o bien pueden "inyectarse" en la red de APRS, vía radio, como como paquetes UI en AX25 para su decodificación automática por parte de cualquier estación receptora.

Si se desea enviar los datos de las etiquetas vía radio para que la decodificación sea automática por parte de las estaciones receptoras o, por ejemplo, para que aparezcan correctamente decodificadas en los servidores de APRS de internet como aprs.fi, procederemos del siguiente modo:

Enviamos vía radio en la red de APRS un mensaje dirigido hacia la estación que está transmitiendo la telemetría. En el cuerpo del mensaje incluimos la etiqueta con sus valores correspondientes.

Es preciso enviar un total de cuatro mensajes hacia la estación transmisora de telemetría, uno para cada una de las etiquetas PARM, UNIT, BITS y EQNS.

Y... ¡ya esta!, cualquier programa cliente de APRS que cumpla con el estándar del protocolo será capaz de mostrar los datos de telemetría recibidos correctamente decodificados.

J.Moldes -EB1HBK-  
Orense, Marzo 2010.

### Referencias:

<ftp://ftp.tapr.org/aprssi/aprssi/spec/aprs101/APRS101.pdf>

<http://www.aprs.net/vm/DOS/TELEMETRY.HTM>

<http://www.comunicacio.net/digigrup/aprs/protocolo.htm>

<http://aprs.fi/info/EA1GDH-10>

<http://www.cacharreo.es/es/node/143>

## Apéndice

A continuación se muestran los valores de las etiquetas de decodificación para la estación de telemetría EA1GDH-10:

**PARM.Texterna,Batery,Panel,T-int,Door,-,-,-,-,-,Pf,Sw**

**UNIT.Grds,Volts,Volts,Grds,Volts,-,-,-,-,-,N2,on**

**EQNS.0,1.961,-273,0,0.072,0,0,0.085,0,0,1.961,-273,0,0.02,0**

**BITS.00000011,TRITON [www.cacharreo.es](http://www.cacharreo.es)**

Estos son los valores que debemos introducir en el programa cliente de ARPS para decodificar los datos de telemetría recibidos.

El formato para enviar vía radio estos datos a la red de APRS sería, por ejemplo:

To EA1GDH-10:EQNS.0,1.961,-273,0,0.072,0,0,0.085,0,0,1.961,-273,0,1,0

Recordamos la trama de ejemplo anterior:

2010-02-23 09:14:37 UTC: **EA1GDH-10**>APOTC1:T#136,139,**171**,163,140,000,00000010

La estación de telemetría de APRS EA1 GDH-10 esta configurada para enviar en el primer campo analógico la información correspondiente a la temperatura exterior de la instalación en grados C. Vamos a realizar de manera manual el proceso de decodificación del valor real del primer campo analógico de la trama.

-El primer valor analógico de la trama es "139" (recordar que la cifra anterior es solo el número de trama)

-En la etiqueta PARM vemos que al primer campo le corresponde el valor "Texterior"

-En la etiqueta UNIT el primer campo se corresponde con el valor "Grds"

-En la etiqueta EQNS, los tres primeros valores separados por comas son los coeficientes a,b, y c de la ecuación para decodificar el valor del parámetro.

Con todos estos datos ya podemos realizar el proceso inverso de la función de transferencia del sensor de temperatura, para averiguar el valor real. Lo hacemos paso a paso:

En este caso los coeficientes son "0,1.961,-273" (se utiliza el punto como separador decimal):

$$\begin{aligned}a &= 0 \\b &= 1.961 \\c &= -273\end{aligned}$$

Con estos datos despejamos la ecuación  $aX^2 + bX + c = \text{valor parámetro}$

$$(0) X^2 + (1.961) X + (-273) = \text{valor parámetro}$$

Donde X es el valor del primer campo analógico que hemos visto antes, "139", luego:

$$(0) * (139)^2 + (1.961) * (139) + (-273) = \text{valor parámetro}$$

Como el primer término es cero, la ecuación queda:

$$(1.961 * 139) - 273 = \text{valor parámetro}$$

$$\text{valor parámetro} = \mathbf{-0.42}$$

Resumiendo:

|                   |                  |                              |
|-------------------|------------------|------------------------------|
| valor parámetro = | <b>-0.42</b>     | (casi medio grado bajo cero) |
| PARM =            | <b>Texterior</b> | (temperatura exterior)       |
| UNIT =            | <b>Grds</b>      | (grados centígrados)         |

En la etiqueta BITS, en el espacio disponible de 23 caracteres, se indica el nombre del proyecto y la autoría del mismo: "TRITON www.cacharreo.es"

Buen cacharreo y 73.

J.Moldes -EB1HBK- Orense, Marzo 2010.