

# Telemetrino, telemetría para digi-repetidores de APRS

Equipa cacharreo.es

3 de Janeiro de 2011

## 1 Precedentes e primeiros passos

Há alguns anos, navegando pela rede na procura de algum desenvolvimento que permitisse decodificar o tráfego de APRS sem necessidade de um PC encontramos o *Antitracker* [1, 2]. Este circuito, conectado à saída de audio de um transceptor, decodifica tramas de APRS a 1200bps e gera um *waypoint* que envia em formato série através de uma porta RS-232 a um receptor GPS, em cuja ecrã se pode visualizar. Depois de programar os PIC e montar o circuito numa placa de prototipos, como se mostra na Figura 1, pudemos comprovar o seu funcionamento num PC mediante um programa terminal típico como o `Hyperterminal` de Windows ou `minicom` em sistemas Linux. Naqueles momentos o rei indiscutível do *tracking* móvel em APRS era o TinyTrak da Byonics, um circuito muito singelo mas eficiente baseado em PIC que por aquele então unicamente permitia o envio de tramas de posição [3]. Foi nessa altura quando outro dispositivo chamou a nossa atenção: o Opentracker+ da Argent Data Systems [4, 5]. Este, ao igual que o TinyTrak, permitia o envio de tramas de posição, mas ademais incluía as capacidades do Antitracker. Tudo isso implementado num único microcontrolador. Mas a coisa não terminava aí. Era possível reprogramar facilmente o firmware do dispositivo para convertê-lo num TNC KISS, ou uma estação meteorológica ou uma baliza. Este trabalho tinha sido desenvolvido pelo N1VG sobre a filosofia do código aberto [6]. As fontes do programa estavam e estão disponíveis na rede. Em seguida fomos conscientes do potencial do Opentracker+, o que nos animou a realizar a tradução de seu manual ao espanhol para facilitar a sua aproximação ao resto de radioamadores de fala hispana [7].

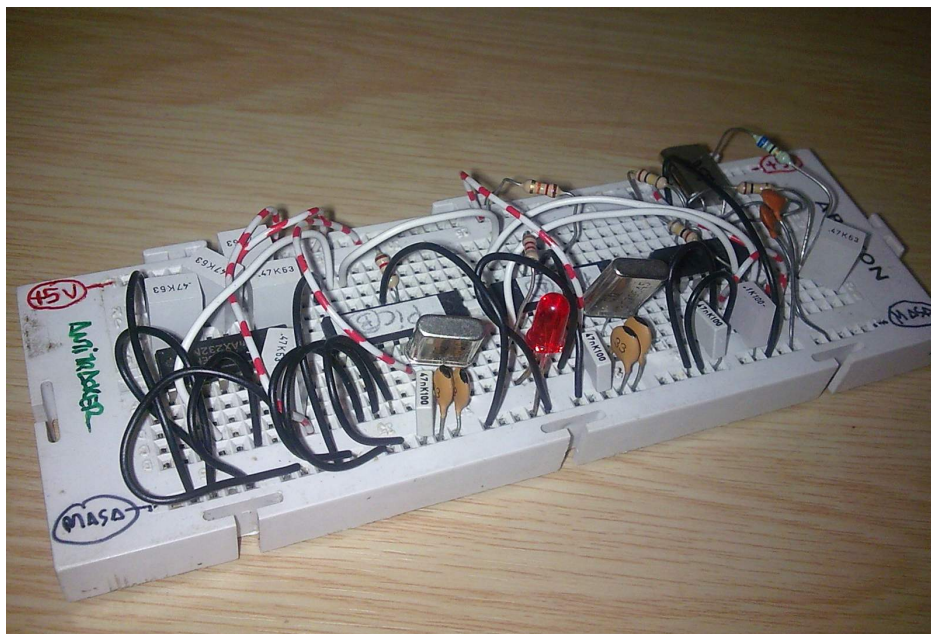


Figura 1: Prototipo do Antitracker construído pelo EB1AJP e o EB1HBK.

## 2 A telemetria

Outra das funcionalidades que inclui o Opentracker+ é o envio de dados de telemetria de acordo ao protocolo APRS. Até o momento, e salvo os desenvolvimentos iniciais dos colegas do Digigrup-EA3 [8, 9], não encontramos mais implementações desta capacidade do APRS. A telemetria abre um novo campo de experimentação e desenvolvimento para esta modalidade e oferece também uma multidão de possibilidades de grande utilidade. Para conhecer mais a respeito de seu funcionamento, servindo-nos do Opentracker+, que já implementa esta função, iniciamos faz mais de dois anos o nosso próprio projecto de telemetria: o «projecto TRITON» [10]. Para que seu desenvolvimento saísse adiante precisamos estabelecer uma série de contactos e acordos de colaboração com diferentes entidades além do limitado círculo da nossa actividade normal em rádio.

O protocolo APRS contempla o envio de telemetria de maneira codificada. Podem enviar-se até cinco valores analógicos e oito binarios. Os valores analógicos têm uma resolução de oito bits e podem abarcar qualquer magnitude medible, como tensão, temperatura, etc. Os valores binarios –0 ou 1– representam o estado de um interruptor ou qualquer outra codificação binaria que estabeleçamos. Como mencionávamos anteriormente, esta informação envia-se em AX25. Para recuperar os valores originais da cada magnitude

é preciso decodificá-los. Partindo da documentação original disponível em inglês [11] e da nossa própria experiência, realizamos um tutorial onde se explica em detalhe como se maneja a telemetria em APRS [12].

### 3 O Arduino

Não nos vamos estender muito falando dele porque na Internet há suficiente informação ao respeito, começando pela página oficial em inglês [13]. O Arduino é uma plataforma de desenvolvimento baseada num potente microcontrolador Atmel de 8 bits criada com fins educacionais sobre a filosofia de software e hardware aberto. Reúne uma série de interessantes qualidades que representam um potencial enorme ainda por explorar para a comunidade de radioamadores. Por exemplo: meio de programação muito singelo e multiplataforma (Windows, Linux e Mac), linguagem de programação de alto nível, o que supõe que a pendente da curva de aprendizagem seja maior e deste modo o pessoal sem experiência em linguagem ensamblador pode atingir grandes avanços em pouco tempo, grande quantidade de accesorios *hardware* disponíveis, uma multidão de livrarias de programação para manejar directamente ecrãs LCD, servos, sensores, interfaces Ethernet etc., além de contar com o suporte de uma ampla comunidade de utentes e desenvolvedores por todo o mundo. Actualmente milhares de pessoas estão a usar para algo um Arduino e compartilhando os seus projectos na rede, e ademais já está a começar a se fazer também um oco entre os radioamadores.

### 4 O Telemetrino

A ideia inicial consistia em utilizar um Arduino para ampliar as opções de telemetria do Opentracker+, enviando à rede inclusive as tramas com a informação necessária para permitir a decodificação automática da telemetria. Esta ideia evoluiu rapidamente até se converter num sistema independente que dota a qualquer digi-repetidor implementado sobre um TNC correndo o UI-Digi em versão 1.8 ou superior da capacidade de enviar telemetria.

A primeira versão do código fonte carregou-se num Arduino montado sobre uma placa de prototipos, como mostrámos na Figura 2. Esta singela configuração apresentou-se em sociedade na passada edição da Ham-Rádio do Salnés 2010 [14]. Apesar da rapidez com a que completamos o desenvolvimento, funcionou à perfeição.

O seguinte passo foi preparar um prototipo autónomo e com um código mais depurado para realizar um ensaio em profundidade sobre um digi real. Para

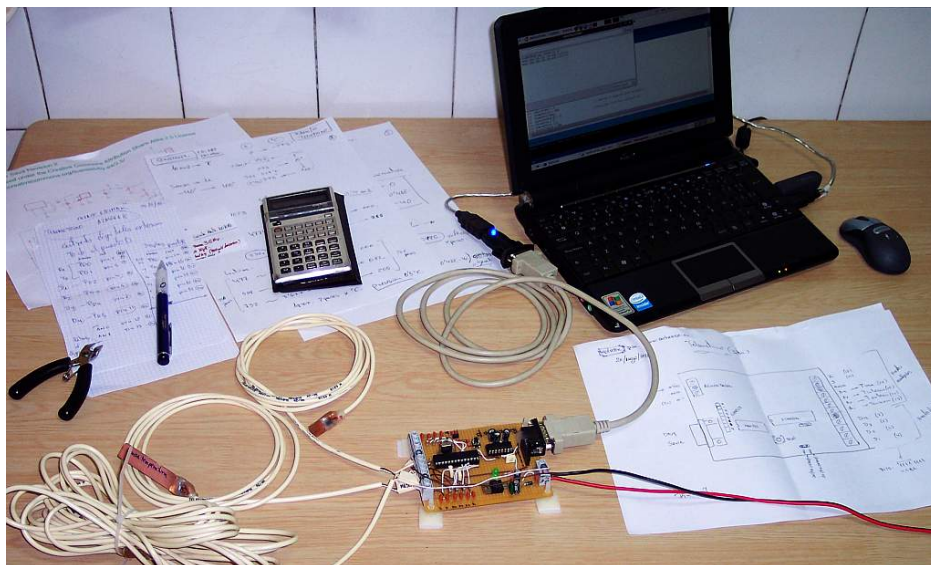


Figura 2: Fase embrionaria do Telemetrino. Montagem apresentada na Ham-Rádio do Salnés 2010 (Meis, Pontevedra, Galiza).

isso foi fundamental a colaboração dos colegas de URSA, a secção de URE em Salamanca. Desde o primeiro momento acolheram com entusiasmo a ideia de colaborar nos ensaios do Telemetrino instalando-o num digi da rede de APRS. O lugar eleito, o EA1V-3, na emblemática Peña de Francia a mais de 1.700 metros SNM, serviu-nos para avaliar o correcto funcionamento do programa, enviando dados de telemetria para controlar os principais valores de tensão da instalação, a temperatura exterior, temperatura interior e a temperatura do repetidor de fonía. Todos estes dados, com seus valores actuais e as gráficas da sua evolução podem-se consultar através de Internet [15]. Graças a esta informação os utentes e os administradores podem monitorizar o funcionamento do sistema em todo momento, como se ilustra na Figura 3, o que pode chegar a supor uma considerável poupança de tempo e dinheiro na predição ou o diagnóstico de avarias ou funcionamentos anómalos.

Em vista do sucesso do prototipo desenhou-se um *shield* compatible com o Arduino, específico para o Telemetrino, que se pode ver na Figura 4. Um *shield* é uma placa-acessorio que se “acopla” directamente ao Arduino, seguindo a sua mesma disposição de pinos. O *shield* do Telemetrino permite adaptar as entradas do Arduino para conectar diferentes tipos de sensores ou actuadores conforme com o funcionamento do programa e inclui uma interface RS-232 para enviar a informação já processada para a porta série do TNC.

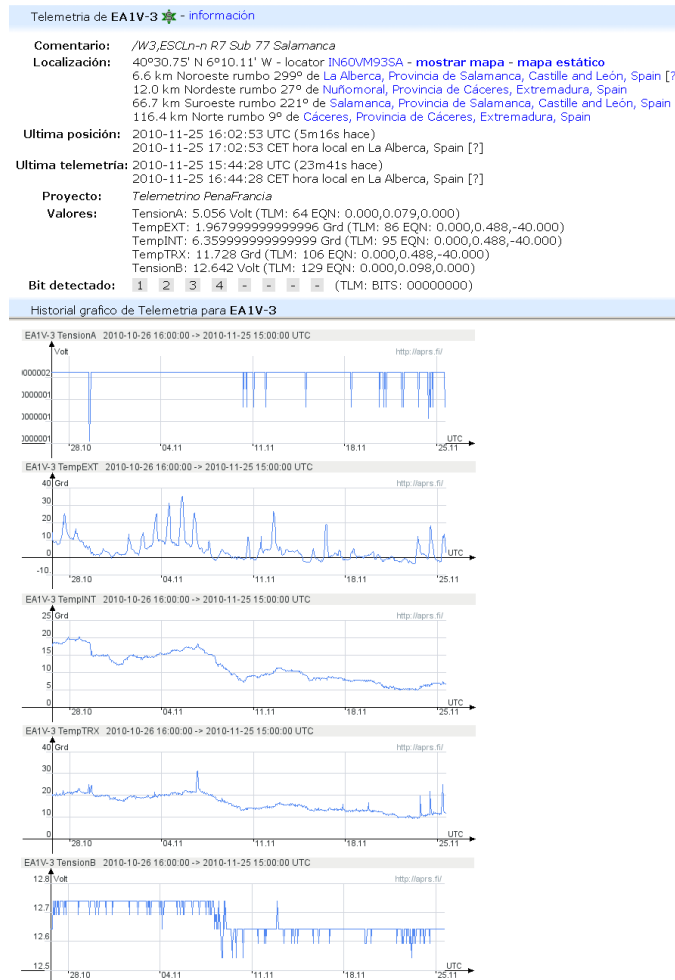


Figura 3: Visualização dos dados de telemetria enviados por EA1V-3 e capturados pelo site <http://aprs.fi>.

#### 4.1 Como é que funciona?

Podemos dizer que o Telemetrino é um sistema formado por um *shield* e um programa. É *plug & play*, funciona como uma “mochila” ligable à porta série do TNC de um digi em funcionamento. Periodicamente realiza as medidas dos parâmetros que lhe tenhamos programado, codifica-os segundo o protocolo APRS e gera uma trama com o formato correcto que envia para a porta série do TNC. Ademais envia igualmente a informação necessária para que os programas clientes de APRS, como o UI-View, possam realizar a decodificação automática da telemetria. Posteriormente é o TNC quem se ocupa de enviar todas estas tramas à rede de APRS entre o seu tráfego normal,

sem que a instalação do Telemetrino no digi suponha interrupção alguma do serviço nem alteração da sua configuração.



Figura 4: Digi de APRS ao que se lhe tem agregado um Telemetrino.

## 4.2 Que é o pode chegar a fazer?

Os primeira versão do Telemetrino implementa funções de telemetria básica e facilita à rede de APRS a informação necessária para decodificá-la. Porém, a potência de computação do Arduino permite estender esta capacidade até limites insuspeitados. É possível recolher ou medir multidão de variáveis

do meio e da própria estação de rádio na qual se instale, processar essas medidas, avaliá-las e gerar relatórios em texto plano com os resultados. Estes relatórios podem ser enviados em forma de boletins ou mensagens dirigidas a uma estação em concreto através da rede de APRS.

Esta capacidade permite avaliar de maneira remota todos os parâmetros que regem o correcto funcionamento de qualquer instalação desatendida. Só a título de exemplo, podemos monitorizar a ROE das antenas (ver Figura 5), o estado de carga da baterías, controlar as tensões principais, vigiar a temperatura dos transmissores, realizar medidas meteorológicas, gerar estatísticas de uso, etc.

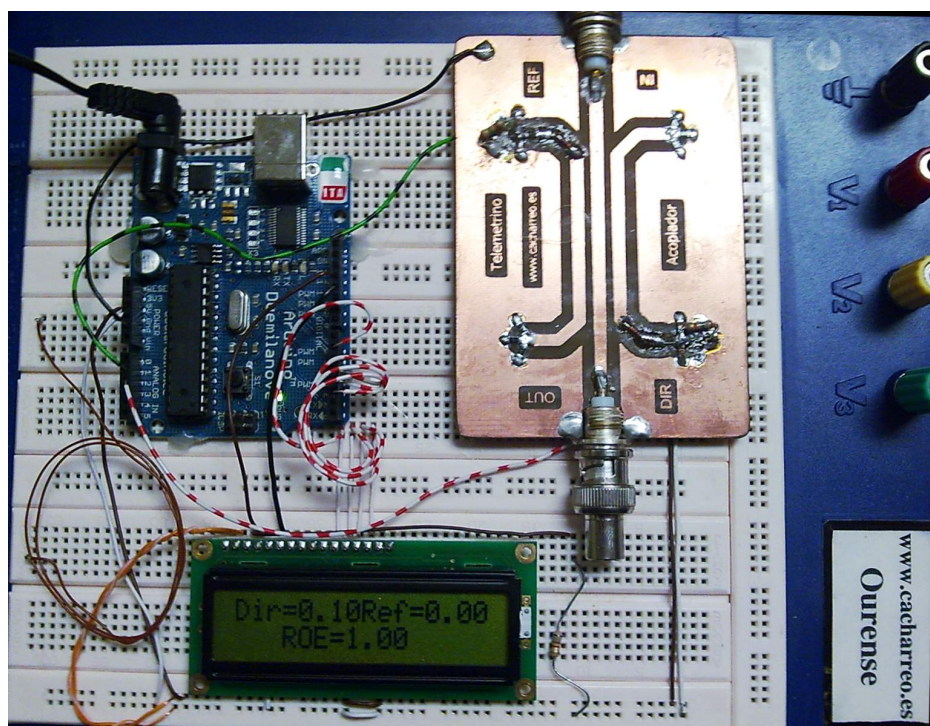


Figura 5: Prototipo de medidor de ROE apresentado na Feira da Rádio da ARAM (Viana do Castelo).

Esta informação pode enviar-se em paralelo através da rede de APRS ou inclusive como trama comprimida em forma de *burst* mesmo ao final da transmissão de um repetidor de fonía, ativável a vontade mediante o clássico tom de audio ao fazer PTT. Inclusive é perfeitamente possível que o Telemétrico devolva na telemetria o nível de sinal com o que chegava ao repetidor a última portadora que o activou, permitindo assim às estações que fazem uso do mesmo dispor de uma informação objectiva e imediata do nível de sinal

com o que lhes escuta o repetidor. Estes são alguns exemplos, os limites dependem unicamente da imaginação.

Até agora considerámos o envio de telemetria como um caminho unidireccional, isto é, o Telemetrino realiza uma série de medidas, codifica a telemetria e gera as tramas para as enviar. Mas pode fazer mais. Pode programar-se para que tenha um comportamento inteligente à hora de manejar a estação remota. Pode-se ocupar por exemplo de controlar a gestão das baterias de emergência, comutar a uma antena secundária se a principal falha ou inclusive desligar todas as equipas em caso de detectar uma tempestade eléctrica. A rede de APRS permite o envio de mensagens *unproto* entre diferentes estações. Esta capacidade pode empregar-se para enviar comandos de controle ao Telemetrino, com o que teríamos inclusive a capacidade real de manejo remoto da instalação. Após tudo não devemos esquecer que o Arduino é um completo computador de 8 bits com sobradas possibilidades para fazer de maneira eficiente e segura todas estas tarefas. Unicamente há que o programar para isso. Nós demos os primeiros passos neste sentido, mas não deixamos de nos surpreender de todo o que, como radioamadores, podemos chegar a fazer com ele.

O Telemetrino segue a filosofia de código e hardware aberto [16]. O desenho do circuito impresso do *shield* e o código fonte do programa está disponível no nosso site [17], para que todo aquele que o deseje possa construir o seu próprio Telemetrino e começar a desenvolver aplicações sobre o mesmo. A placa do *shield* responde a um desenho genérico e pode usar-se também como placa de propósito geral de E/S para outras aplicações com Arduino.

Todo o nosso desenvolvimento do Telemetrino pode-se usar livremente de acordo com as condições da licença original do Arduino. Em concreto o programa acolhe-se à licença GPL versão 3 [18], e o desenho do *shield* tem licença Creative Commons Attribution Share-Alike [19].

## Agradecimentos

A este projecto contribuíram, por ordem alfabética, os seguintes colegas: EA1GDH (Alberto Vila), EB1AJP (Antonio Díaz), EB1HBK (Javier Moldes) e EB1WM (Marcos X. Álvarez). Quiséssemos fazer público o nosso agradecimento a todos os que nos ajudaram e apoiaram neste projecto, especialmente aos colegas da URSA, pela sua colaboração nas provas do prototipo do Telemetrino, ao Clube Alpino Manzaneda - Clube Alpino Ourense, por nos ceder um espaço para poder realizar as primeiras provas de envio de dados de telemetria do projecto TRITON, e aos demais participantes habituais e colaboradores do site <http://www.cacharreo.e> (EA1AY, EA1DBB, EA1DG

e EA1HVT).

73 de parte de toda a equipa de [www.cacharreo.es](http://www.cacharreo.es)

## Referências

- [1] Descrição do Antitracker pelos seus desenvolvedores (em inglês). Disponível em <http://www.radio-active.net.au/web/tracking/antitracker.html>.
- [2] As nossas reflexões sobre o Antitracker (em castelhano). Disponível em <http://www.cacharreo.es/antitracker>.
- [3] TinyTrak3 da Byonics (em inglês). Disponível em <http://www.byonics.com/tinytrak/>.
- [4] Especificações do OpenTracker (em inglês). Disponível em <http://www.argentdata.com/products/otplus.html>.
- [5] As nossas reflexões sobre o OpenTracker+ (em castelhano). Disponível em <http://www.cacharreo.es/opentracker>.
- [6] Comparativa entre o OpenTracker+ e o TinyTrak3 (em castelhano). Disponível em [http://www.cacharreo.es/es/comparativa\\_OT+\\_TT3](http://www.cacharreo.es/es/comparativa_OT+_TT3).
- [7] Manual do OpenTracker+ traduzido ao espanhol. Disponível em [http://www.cacharreo.es/Manual\\_es\\_OT+](http://www.cacharreo.es/Manual_es_OT+).
- [8] Codificador para telemetria APRS de EA3CNO (em castelhano). Disponível em <http://www.comunicacio.net/digigrup/aprs/ea3cno.htm>.
- [9] Telemetria e Ui-View (em castelhano). Disponível em [http://www.comunicacio.net/digigrup/aprs/telemetr%EDa\\_y\\_ui-view.htm](http://www.comunicacio.net/digigrup/aprs/telemetr%EDa_y_ui-view.htm).
- [10] Transmisor Informativo de Telemetria de Ourense (em castelhano). Disponível em <http://www.cacharreo.es/ProyectoTriton>.
- [11] APRS Telemetry System. Using the Micro.Interface.Module (MIM) (em inglês). Disponível em <http://www.aprs.net/vm/DOS/TELEMETRY.HTM>.
- [12] APRS+: Tutorial de Telemetria (em castelhano). Disponível em <http://www.cacharreo.es/APRS+Telemetria>.

- [13] Arduino: plataforma aberta de desenvolvimento de prototipos electrónicos (em inglês). Disponível em <http://www.arduino.cc>.
- [14] Ham-Rádio Salnés 2010 (em castelhano). Disponível em [http://www.cacharreo.es/Ham\\_Radio\\_Salnes\\_2010](http://www.cacharreo.es/Ham_Radio_Salnes_2010).
- [15] Telemetrino na Peña de Francia. Disponível em <http://aprs.fi/telemetry/a/EA1V-3?range=week>.
- [16] Arduino FAQ (em inglês). Disponível em <http://arduino.cc/en/Main/FAQ>.
- [17] Desenho do Telemetrino (em castelhano). Disponível em <http://www.cacharreo.es/Telemetrino>.
- [18] Licença Pública Geral GNU. Disponível em <http://gpl3.neoscopio.org>.
- [19] Creative Commons Attribution Share-Alike. Disponível em <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/pt/>.