

Por **Carlos Miranda, CT4BB**
(<http://www.carlosmiranda.net>)



Parte I

BB_TRACKER

Comando de rotores TV para seguimento de satélites

DO QUE CONSTA O SISTEMA

A ideia de realizar um sistema económico para seguir satélites de amador surgiu logo no momento em que andei com as antenas em punho e em tripés atrás dos satélites sem conseguir escrever os dados dos QSOs calmamente sentado, durante as actividades de campo. Por outro lado, pensei também que poderia contribuir de alguma forma com esta ideia para os colegas se inspirarem e idealizarem sistemas semelhantes aproveitando estes conceitos ou, então, realizando este.

O sistema funciona com o programa Orbitron de seguimento de satélites que é um dos mais populares e eficientes programas de seguimento de satélites que está disponível na INTERNET com descarga livre.

Para o efeito desenvolvi um Software (Driver) que extrai do programa Orbitron os azimutes e as elevações dos satélites e envia-os para a porta USB do PC.

Para a electrónica (Hardware), foram desenhados 3 circuitos electrónicos impressos em que, um deles se liga à porta USB do PC para a decodificação e, os outros dois são para comando de posição dos Rotores dos Azimutes e das Elevações.

A este Hardware e Software dei o nome de BB_TRACKER.

O preço do sistema, incluindo um tripé, o tubo do mastro, e os dois rotores não ultrapassou os 400,00 € que, comparado com outros sistemas do mercado é relativamente barato.

O Software (driver) que se descarrega da Internet instala-se automaticamente na pasta de Programas do Windows e numa sub pasta criada com o nome de CT4BB que pode ser renomeada.



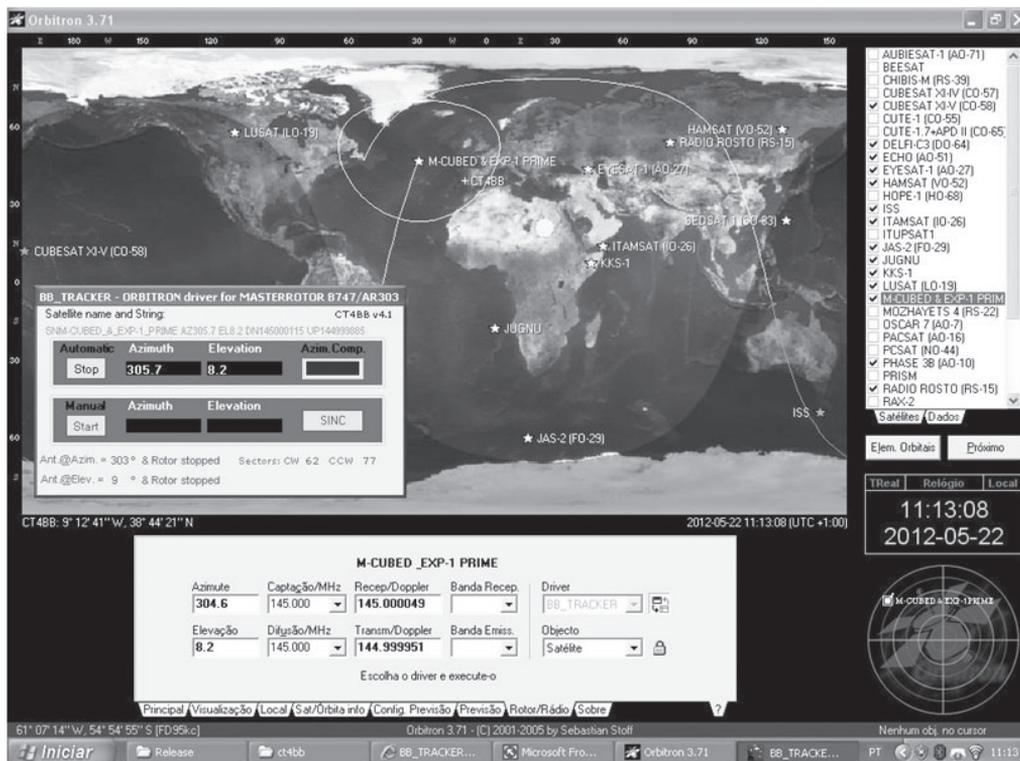
Depois, editando o ficheiro Setup do Orbitron, escreveremos o passo de acesso do ORBITRON a essa pasta, para ele poder correr o Driver.

A função de cada uma das 3 placas de circuito impresso é:

➤ A **1.ª placa** – *Motherboard* – equipada com um microcontrolador, descodifica os dados recebidos pela porta USB do PC e obtidos do Orbitron através do Driver. O microcontrolador descodifica os dados e envia comandos aos relés que actuam os Controladores dos rotores e envia também uma tensão de 5V para um dos Leds de posição das placas de posição angular.

➤ A **2.ª placa** de - *Leds de posição angular dos azimutes* - é composta por 60 leds dispostos em círculo e que representam o centro de 60 sectores de 6° cada um, referentes aos azimutes com os centros dos sectores entre 3° e 357°. A antena apontará sempre para o centro de cada sector. (O azimute 3° é o centro do sector 0° a 6°)

➤ A **3.ª placa** de - *Leds de posição angular das elevações* - tem 15 leds que representam o centro de 15 sectores de 6° cada um, com os cen-



tros dos sectores entre os 3° e os 87° de elevação.

Estas duas placas de circuito impresso com leds são colocadas em cima do disco móvel das unidades controladoras dos rotores. No disco móvel do controlador é fixado um fototransistor que, ao rodar, vai parar no ponto onde se encontra o Led aceso. Explicaremos com mais detalhe no próximo número.

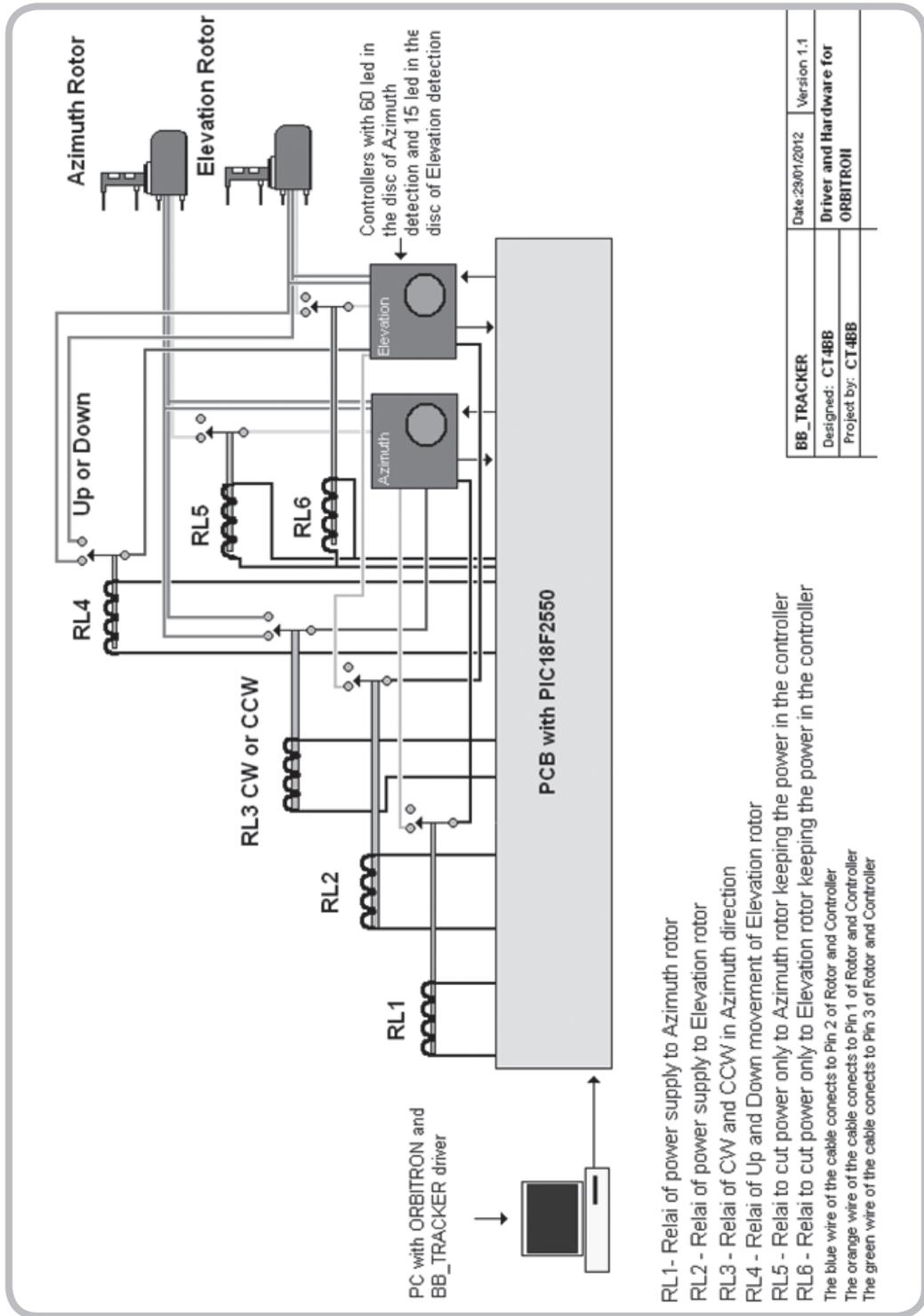
Na figura do Programa Orbitron, no Driver, mostra-se que a antena está posicionada (Stopped) no Azimute 303° que é o centro do sector entre 300° e 306° e com uma elevação de 9° que é o centro do sector entre 6° e 12°.

A antena mudará de posição quando o Azimute do satélite for superior a 306° ou se a elevação do satélite for superior 12°. A antena passará para as posições de Azimute = 309° e Elevação = 15° que são os centros dos sectores seguintes. A indicação CW (Clockwise) passará para 63.

A indicação "Sectores CW=62 CCW=77" destina-se a mostrar que a antena já andou 77

sectores na direcção contrária aos ponteiros do relógio e 62 sectores na direcção dos ponteiros. Na imagem, o Satélite M-CUBED está a seguir a direcção de Sudoeste para Nordeste e, por isso, em relação à posição da estação terrestre de rastreio, os sectores CW estão a incrementar, sendo que, o sector seguinte será o 63.

Explicação do esquema: O Driver extrai periodicamente do ORBITRON os Azimutes e as Elevações do satélite seleccionado no Orbitron e envia pela porta USB esta informação para a placa "Motherboard" equipada com um microcontrolador que vai comandar os relés que aplicam as tensões aos motores dos controladores e, estes, por sua vez, aplicam as tensões aos motores dos rotores. O disco - de plástico branco - móvel de cada controlador tem um fototransistor instalado que vai rodar até detectar o led de posição aceso e, nesse momento manda a informação para o microcontrolador que pára o motor do controlador respectivo (Azim/Elev.)



- RL1- Relai of power supply to Azimuth rotor
 - RL2 - Relai of power supply to Elevation rotor
 - RL3 - Relai of CW and CCW in Azimuth direction
 - RL4 - Relai of Up and Down movement of Elevation rotor
 - RL5 - Relai to cut power only to Azimuth rotor keeping the power in the controller
 - RL6 - Relai to cut power only to Elevation rotor keeping the power in the controller
- The blue wire of the cable connects to Pin 2 of Rotor and Controller
The orange wire of the cable connects to Pin 1 of Rotor and Controller
The green wire of the cable connects to Pin 3 of Rotor and Controller

e, conseqüentemente, pára também o respectivo motor do rotor.

Características

- As três placas de circuito impresso são fáceis de montar seguindo o manual.
- O driver funciona integrado com o programa ORBITRON.
- Os rotores utilizados são os modelos MASTERROTOR B-747 ou o AR-303 para antenas de TV que são económicos e suportam o peso das antenas de VHF e UHF que normalmente utilizamos.



- O hardware é composto por 3 placas de circuito impresso: Uma placa com um microcontrolador e duas placas com leds de posicionamento angular, para os Azimutes e para as Elevações.
- A precisão é de +- 3 graus, suficiente para os ângulos de abertura das antenas utilizadas em VHF e UHF até 13 elementos.
- Existe um comando de sincronismo que permite colocar a orientação da antena numa referência que será o azimute zero e elevação zero. Utiliza-se quando se instala o sistema.

Custos

- Os 2 Rotores - MASTERROTOR B747/AR303 - podem adquirir-se no mercado por 50,00 € cada um + portes.
- O Kit das 3 Placas de circuito impresso + componentes + microcontrolador programado + fichas + 5 Flat Cables 16 com as fichas nas pontas, custa 176,00 € + portes. Podem ser adquiridas por reserva sem compromisso em

http://www.ct4bb.com/KIT_BB_TRACKER.html

- O Tripé, o tubo de 2 m do mastro, e o cabo UTP CAT5 de 4 pares podem ser adquiridos no Leroy Merlin por 80,00€.
- A fonte de alimentação a usar, será a de um velho PC onde se aproveitam os + 12 V - 2 Amperes mínimo. (Uma fonte 12 V 2.^a rondará 50,00€)

Utilização

1 - Quando se conclui em campo a instalação do sistema com as antenas montadas, far-se-á seguidamente o sincronismo.

O sincronismo vai rodar e colocar os rotores dos azimutes e das elevações num ponto de referência fixo.

Depois orientamos fisicamente e geograficamente toda a estrutura do conjunto para que a antena fique orientada para o azimute 0° e elevação 0°. Fica assim orientado o sistema.

Para melhor calibração, podemos então seleccionar no Orbitron o Sol e clicar no Driver o botão Automático. A antena ir-se-á orientar para o Sol.

Vemos depois como ficou a sombra do Boom e ajustamos de modo a obter um ponto. Assim temos uma calibração mais rigorosa do sistema.

Finalmente seleccionamos o satélite que vai surgir e aguardamos a sua passagem. O sistema irá acompanhar o satélite em permanência mesmo quando se encontra para lá do horizonte.

2 – Os rotores TV que utilizámos, depois de darem mais de meia volta (180°), começam a ter um erro entre a sua posição real e a indicada pelos controladores que pode atingir cerca de +- 5° aos 360° de rotação.

Este erro não prejudica muito o tracking dos satélites com as antenas que utilizamos (até 15 dB).

Porém, para evitar seguir satélites com a antena próximo da rotação completa de 360°, convém captar os satélites orientando a antena pelo lado do hemisfério por onde ele irá passar e aparecer.

Por exemplo:

No caso de um satélite aparecer no azimute 155° (à elevação 0°) e desaparecer em 348° (também à elevação 0°), prepararemos previamente a antena fazendo-a rodar manualmente por etapas, inserindo na janela de comando manual 0° e, depois de ela parar aos 0°, inserimos os 270° e, novamente, depois de parar aos 270°, inserimos os 180°. Finalmente, passamos o sistema a automático e aguardamos o satélite.

A antena segui-lo-á com um movimento inverso, ou seja: de 155°, passa pelos 180° e pelos 270° até aos 348° onde desaparecerá no horizonte.

Esta preparação prévia da antena não é obrigatória mas tem a vantagem de evitar que o percurso da antena seja próximo dos 360° ou que a diferença entre CW e CCW seja superior a 60.

A preparação da antena antes do satélite aparecer reduz os erros nos azimutes e evita a torção do cabo em torno do mastro e evita que se active o RESET automático que acontece quando o módulo da diferença entre $|CW-CCW| > 60$. O RESET provoca a rotação inversa de 360° da antena, fazendo-a voltar ao azimute correcto e demora cerca de 1 minuto que pode originar a perda do contacto sendo que, no fim da rotação, estará de novo estabelecida a orientação correcta da antena e a possibilidade de continuar o QSO.

3 - O Rotor da elevação trabalha horizontalmente que, embora o fabricante não recomende esta utilização, se as antenas não tiverem mais de 5 kg, o sistema funciona bem.

Há utilizações destes rotores horizontalmente há vários anos com bons resultados e sem avarias.

4 - A antena deve ser instalada com o centro de gravidade do Boom apoiado no Rotor da elevação, equilibrada, para evitar o deslizamento do rotor.



Vantagens

1 - Preço baixo.

2 - Características suficientes para utilizar no seguimento de satélites LEO de Amadores, Meteorológicos ou de Investigação ou em comunicações EME.

3 - A modificação interior dos Rotores é apenas realizada no Rotor dos azimutes que se abre e se serraram os 2 pinos de travamento como explicaremos. As restantes modificações dos rotores são exteriores e limitam-se a colar um microswitch em cada um deles para definir o Azimute 0° e a Elevação 0° e, a colar também uma ficha fêmea multipino para ligação do cabo de alimentação (UTP de 4 pares).

4 - A colocação das placas com os leds da posição angular nas caixas dos controladores é simples; basta retirar os botões dos controladores e as lâminas dos contactos, colocando no encaixe as placas de leds.

5 - Pode ser comandado remotamente pela Internet, porque todos os comandos dos rotores são por software.

6 - Optimiza os contactos de horizonte a horizonte sem que nos preocupemos com a orientação da antena.

No próximo número explicaremos como funciona e como desenvolvemos o projecto.

73