

## Tutorial para calibração de receptores Telecontrolli

### **Introdução:**

Muitos na Guerra de Robôs, Sumô e outras modalidades de competição com robôs utilizam módulos de rádio da empresa Telecontrolli ou similar. Estes módulos são uma saída relativamente simples para implementar um sistema de comunicação entre controle e robô.

Há muita informação na Internet sobre este tipo de controle, mas pouca coisa se acha sobre como eles devem ser utilizados para uma transmissão mais segura ou como calibrar seus receptores.

Os módulos transmissores não possuem ajuste, mas os receptores possuem um trimmer onde se pode calibrar o nível de recepção.

A maioria das pessoas acredita que seu fabricante é confiável e que seu receptor vem previamente calibrado da melhor maneira possível. Infelizmente isso não é verdade. Após algumas centenas de módulos comprados dá pra contar nos dedos de uma mão quais receptores não precisaram de calibração para alcançar seu máximo desempenho.

Baseado nesta experiência eu resolvi criar este pequeno tutorial de como é possível calibrar estes módulos. Apesar dele ser feito tomando-se como base o kit “Fome Zero” da Equipe Proteus pode-se aplicar estes conceitos em qualquer sistema que use estes módulos.

A intenção é criar um tutorial prático, sugiro que os interessados procurem na Internet sobre teoria de rádios para entender melhor tudo o que se passa durante o processo de calibração.

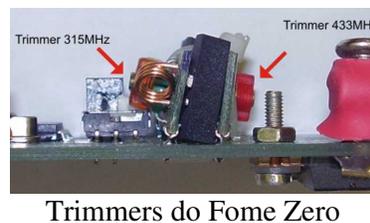
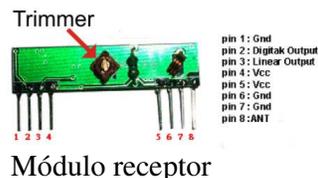
---

### **Preparação:**

#### **Onde calibrar:**

Primeiramente é necessário que se localize o ponto de calibração e o de leitura do sinal de recepção.

Veja na foto abaixo o trimmer onde se deve fazer a calibração. Um trimmer é uma bobina ajustável, ela possui um núcleo que quando movido (girado) para dentro e para fora do corpo da bobina altera sua indutância, alterando as características do circuito em que está ligado. É um recurso comum em RF.



É importante lembrar que, por ser um trimmer, a calibração deve ser feita com uma ferramenta adequada.

A princípio pode-se acreditar que uma pequena chave de fenda dá conta do recado, led o engano, as chaves de fenda normalmente são metálicas e o pino do trimmer também é. Quando se encosta a chave de fenda no núcleo do trimmer você estará alongando o núcleo forçando uma grande variação na indutância do trimmer mesmo sem ter girado o núcleo.

Se a calibração for feita com uma ferramenta inadequada quando a chave de fenda for retirada irá alterar a indutância novamente invalidando totalmente a calibração.

As ferramentas adequadas possuem uma pequena lâmina metálica que entra em contato com o núcleo do trimmer, sem alterar sua indutância. Outras ainda são totalmente plásticas.



Evite a todo custo fazer a calibração com uma ferramenta inadequada, além de muito cansativa este tipo de calibração mostra-se ineficaz.

#### **Onde efetuar a leitura:**

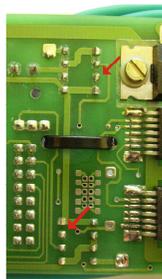
Tão importante como saber onde calibrar é saber onde ler o sinal que servirá de referência para ser calibrado.

Os módulos de recepção normalmente apresentam a mecânica mostrada na primeira foto:

Em uma aplicação típica usa-se o sinal “Saída digital” para análise das informações recebidas pelo módulo e o sinal “Saída Linear” ou “ Saída Analógica” fica ali do lado esquecido por todos !

Pois é justamente por este pino que se pode monitorar como o sinal está chegando no módulo. É altamente recomendável ter um osciloscópio para fazer esta calibração, mas como este é um artigo de luxo para maioria das pessoas vou orientar este tutorial para o uso de um multímetro comum. As pessoas que possuem um osciloscópio irão entender o que estou ajustando (a componente AC do sinal) e poderão proceder com a calibração pelo osciloscópio.

No kit “Fome Zero” não há trilhas soldadas nestes pinos, então será necessário soldar um pequeno fio ou terminar para ligar ao multímetro (um em cada módulo receptor).



As setas vermelhas indicam os locais para leitura da calibração de cada frequência

**Calibrando:**

- *Fixe seu módulo e a antena do receptor em um local estável;*

Se a antena ficar no meio do caminho, tocando em você ou se mexendo durante a calibração a calibração será dificultada porque a posição da antena, do módulo, o contato com uma pessoa ou objeto metálico pode alterar o nível de recepção que é justamente nossa referência. Note que não é necessário procurar  **neste momento**  a melhor posição ou comprimento da antena, estaremos calibrando para melhor recepção possível, seja qual for as variáveis citadas, posteriormente você poderá realizar estes ajustes para potencializar ainda mais sua recepção.

- *Será muito importante que não haja nenhuma fonte de ruído próxima ao receptor;*

A calibração se baseia no nível de sinal recebido, quer ele seja do transmissor, quer seja de uma fonte de ruído, então é muito importante que o espectro esteja limpo. A seguir será feito um teste para confirmar isso. As fontes de ruído podem ser insuspeitáveis como, por exemplo, computador, impressora, dimmer de iluminação e de estações de solda, lâmpadas fluorescentes...

Se você está usando um osciloscópio poderá distinguir o ruído do sinal correto, mas isso não é possível com um multímetro!

- *Selecione a frequência correta;*

Tenha certeza que seu transmissor está na mesma frequência que o receptor a ser calibrado. Isso pode ser difícil de ser feito porque a maioria destes módulos não possui identificação de frequência no receptor.

Se o transmissor for padrão ele estará utilizando um oscilador tipo SAW (parece um transistor com encapsulamento metálico, tipo “panelão”). Deverá estar escrito nele a frequência de transmissão. O mostrado abaixo é de 433MHz:



Sabendo a frequência do transmissor fica mais fácil identificar o receptor correto com os procedimentos abaixo.

No Kit “Fome Zero” certifique-se de que o controle está configurado adequadamente, já que a troca de frequência é feita por comando.

- *Ligue os terminais do multímetro nos pontos adequados;*

Ponta preta no negativo da bateria ou fonte que será utilizada para alimentar o receptor e a ponta vermelha no pino “Saída Linear” ou “Saída Analógica” indicado anteriormente.

Ligue o multímetro, na escala de tensão AC, preferencialmente na faixa de 2V ou próximo a isso.

- *Ligue o transmissor e o receptor;*

Os dois devem estar próximos para que você tenha certeza de que os dois são de mesma frequência. Ligue e desligue somente o transmissor observando os valores indicados no multímetro, evidentemente que o nível de tensão AC deve aumentar substancialmente quando o transmissor está ligado. Se isso não acontecer significará que o transmissor não é de mesma Frequência ou está com problemas (certifique-se que a bateria do transmissor é nova).

Se você está usando um osciloscópio é uma boa hora para memorizar qual é o sinal transmitido e poder distinguir dos ruídos.

**Importante:** A maioria dos transmissores envia sinal de RF mesmo quando nenhum comando é acionado (como acelerar, por exemplo). É importante não acionar nenhum dispositivo como servos, solenóides e motores durante a calibração. Nossa intenção, no momento, é calibrar o receptor e não verificar se há interferências na comunicação. Este procedimento poderá, futuramente, ser utilizado para verificar estes problemas, especialmente se você possui um osciloscópio.

- *Leve o transmissor para longe;*

Não será possível fazer uma boa calibração com o transmissor “colado” no receptor. A distância deve ser tão longe quanto possível, mas tendo a certeza de que o receptor ainda obedece aos comandos do transmissor quando acionados. Uma vez determinado o local em que ele vai ficar tome providências para que a antena do transmissor fique em uma posição estável, deixe-o ligado e volte para onde está o receptor.

- *Verifique o nível de sinal AC no multímetro;*

Este é o nível de sinal que chega ao receptor. Normalmente ele estará na ordem de algumas centenas de milivolts. Anote este valor para o próximo teste.

- *Desligue o transmissor e verifique a tensão novamente;*

É importante estabelecer que não há outras fontes de transmissão na mesma frequência, então, ao verificar novamente a tensão no multímetro, ela deve estar muito mais baixa do que quando o transmissor estava ligado. A título de exemplo um Kit “Fome Zero” de 315MHz estava com 500mVAC quando o transmissor estava ligado a 30metros e, ao desligar o transmissor, o sinal caiu para 20mVAC. Chamamos esta diferença de “relação sinal/ruído” se esta relação for pequena você terá problemas na calibração.

Se você está usando um osciloscópio poderá verificar nitidamente se há ruído na recepção.

Lembre-se que, como em qualquer frequência, você pode não ser o único na vizinhança a utilizá-la. Estes módulos são largamente utilizados na indústria de controles a distância e segurança, então não será surpresa encontrar outros transmissores atuando na região.

Se este for seu caso você terá dificuldades em calibrar o receptor, principalmente se for com multímetro, porque você não saberá se está calibrando o receptor para melhor recepção do seu transmissor ou do ruído.

- *Religue o transmissor e aguarde 1 minuto;*

Alguns rádios precisam de um tempo para atingir a temperatura de operação normal e isso pode afetar a qualidade da comunicação. Não observei grandes alterações de comportamento com estes módulos “quentes” ou frios, mas, para garantir sugiro que se deixe tudo ligado por, pelo menos, 1 minuto.

- *Efetue a calibração de fato;*

Com tudo preparado, usando a ferramenta adequada, gire o eixo do trimmer para um lado e para o outro, observando no multímetro que o nível de tensão AC irá aumentar ou diminuir conforme se desloca o eixo. Normalmente meia volta é suficiente para passar por toda faixa de recepção até atingir o outro extremo do ajuste onde não se recebe mais nada. Efetue este movimento até localizar o ponto em que a tensão AC é a mais alta possível.

**Não tenha pressa.** A calibração exige paciência. Quando estiver perto do ponto final de calibração mova o eixo para uma posição melhor e afaste a ferramenta do núcleo do trimmer para verificar se a recepção está firme. Se ela variar significa que a ferramenta está afetando a calibração, mesmo que um pouso. Se esta interferência não for grande você pode repetir este procedimento de girar e afastar até que a calibração esteja perfeita.

**É imprescindível que durante este procedimento a antena não seja mexida ou tocada, porque isso altera o nível de recepção.**

- *Lacre o trimmer;*

Combates podem ser violentos e isso pode deslocar o eixo do trimmer alterando a calibração durante uma competição, então sugiro que eles sejam lacrados com um esmalte comum (usado para pintar unhas femininas). Não há necessidade de utilizar uma cor de esmalte que esteja na moda, pode ser qualquer uma, mas evite esmaltes com purpurina e outras coisas alienígenas.

---

### **Conclusão:**

Como não há calibração no transmissor e sua frequência é determinada pelo SAW, que é um componente bastante estável, você não deve ter que re-calibrar se trocar seu transmissor por um outro, mas não custa dar uma conferida, a diversidade de opções destes módulos é muito grande, mas não se pode dizer o mesmo da qualidade.

A calibração é apenas o início de um processo de ajuste fino de seu robô que envolve a escolha do local da antena, seu comprimento, sua polarização, o afastamento das fontes de ruído para citar alguns itens que me vem na mente agora.

Boa sorte a todos...

Paulo Costamilan  
Equipe Proteus  
[www.robocore.com.br](http://www.robocore.com.br)