

## ATU 3

Rev. A Jul 07

Obrigado por adquirir o **ATU3 HF Automatic Antenna Tuner**. O **ATU3** casa a impedância do seu transceptor com uma grande variedade de antenas. Leia atentamente as instruções deste manual antes de instalar e operar seu **ATU3**.

### CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

#### ▪ **Amplio Espectro de Sintonia**

Dentro da banda de HF pode sintonizar seu transceptor a antenas que apresentem alta SWR.

#### ▪ **Sintonia Automática**

A sintonia pode ser feita automaticamente sempre que a SWR for maior que 1,5:1 sem a intervenção do operador, ou quando o operador pressiona a tecla TUNE.

#### ▪ **Leds indicadores de swr**

Um conjunto de leds mostra a medida aproximada da swr.

#### ▪ **Controle Digital de Sintonia**

Um microcontrolador RISC de 8 bits seleciona uma entre 32768 combinações de Indutor e Capacitor que permita a menor SWR possível.

#### ▪ **30 Posições de Memória**

As condições de sintonia são automaticamente gravadas em memória para tornar mais rápida a sintonia. Esta memória mantém os dados mesmo quando o equipamento é desligado.

#### ▪ **Simple de Operar**

A operação do ATU3 é extremamente simples. Em condições normais basta ligar o equipamento e transmitir, pois a SWR é monitorada e corrigida automaticamente.

### ACESSÓRIOS E OPCIONAIS

#### **Acessórios que acompanham o ATU3**

- Manual de instruções
- Cabo extra para alimentação

#### **Opcionais**

- Balun 4:1 de banda larga
- Balun 1:1 tipo choque de corrente de banda larga
- Cabo coaxial com conectores UHF macho, para conexão entre ATU3 e Rádio

## APRESENTAÇÃO

O Antenna Tuner<sup>1</sup> ATU3 é um equipamento destinado a realizar casamento de impedância entre rádio transmissor e conjunto linha de transmissão - antena. Com o ATU3 você poderá utilizar antenas não ressonantes, mesmo com alta SWR<sup>2</sup>.

Em muitas instalações de estação de radioamador, ou rádio comercial, a impedância da antena não está casada com a impedância do transmissor. Isto pode ocorrer em várias situações bastante comuns:

- A antena tem um fator Q muito alto, e por consequência, uma faixa de operação estreita
- A antena foi cortada para uma frequência num extremo da faixa e deseja-se trabalhar no outro extremo
- A antena tem um tamanho inadequado (muito curta ou muito longa) e não é ressonante na frequência em que se deseja trabalhar
- A antena sai de ressonância devido à proximidade de obstáculos (antenas giratórias ou operação móvel)
- A antena foi instalada em situação precária, muito próxima do solo
- Deseja-se utilizar uma antena monobanda em várias bandas

Em todos estes casos é adequado utilizar um Antenna Tuner. Haverá casos de alta SWR que não poderão ser compensados pelo ATU3, consulte o apêndice A para buscar alternativas técnicas.

No apêndice A você encontrará um FAQ (respostas às perguntas mais frequentes) sobre o uso do ATU3.

**Leia atentamente este manual antes de colocar o ATU3 em operação. O mau uso deste equipamento poderá acarretar dano a ele e ao seu transmissor.**

## RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Leia com atenção estas recomendações de segurança antes de ligar seu ATU3. Faremos novamente referência a alguns itens de segurança ao longo deste manual a fim de preservar a sua integridade e a do seu equipamento. Normas de segurança de equipamentos de RF tendem a ser ignoradas à medida que o operador sente-se seguro pelo acúmulo de experiência, tornando-se suscetível a correr riscos.

■ Qualquer equipamento ou acessório conectado a um transmissor com potência superior a 10W pode apresentar risco de dano físico a quem tiver acesso aos equipamentos, acessórios e sistema irradiante. Portanto, todos os cuidados da boa técnica operacional devem ser observados. Em especial, a ligação de terra deve ser de boa qualidade. Veja em nosso site [www.teico.com.br](http://www.teico.com.br) informações detalhadas sobre a ligação de terra, ou solicite por escrito que enviaremos uma cópia impressa.

■ Fora de situações de emergência, evite operar com um sistema irradiante que, sem correção, apresente alta SWR (acima de 8:1).

■ Ao conectar a fonte de alimentação faça a ligação elétrica observando a polaridade indicada no adesivo do painel traseiro do ATU3.

■ Caso a leitura da SWR, nos leds do painel, se altere quando tocar o ATU3 com a mão, verifique a qualidade de sua ligação de terra ou se há mau contato entre o coaxial e a antena, mesmo que isto só aconteça em uma banda.

Ainda, pode ser necessário o uso de um balun do tipo choque de corrente para eliminar a corrente na parte externa da malha do cabo coaxial. Consulte o Apêndice C para maiores detalhes.

<sup>1</sup> Utilizamos o termo em inglês, Antenna Tuner, por ser de compreensão universal.

<sup>2</sup> Utilizamos o termo em inglês, SWR, para indicar Relação de Ondas Estacionárias.

## INSTALANDO O ATU3

A instalação do ATU3 é bastante simples. Siga as instruções abaixo para que equipamento funcione corretamente.

**IMPORTANTE:** Este equipamento deve ser conectado a um rádio transmissor com as seguintes características técnicas:

- Potência superior a 5W e inferior a 120W
- Frequência de operação entre 1,8MHz (160m) e 29,900 MHz (10m)
- Impedância de saída de 50  $\Omega$  não balanceada (cabo coaxial)

A linha de transmissão entre o ATU3 e a antena deve ser do tipo não balanceada (cabo coaxial). Consulte o Apêndice A sobre a utilização de linhas de transmissão balanceadas.

Conecte o ATU3 ao seu transmissor através de um cabo coaxial de 50  $\Omega$  de boa qualidade. Este coaxial deverá ter o menor comprimento possível (preferencialmente menor que 1 metro).

Conecte o cabo coaxial do transmissor ao ATU3 no conector assinalado com a etiqueta adesiva **RÁDIO**

**RADIO**

Conecte a antena no conector do ATU3 assinalado com a etiqueta adesiva **ANTENNA**

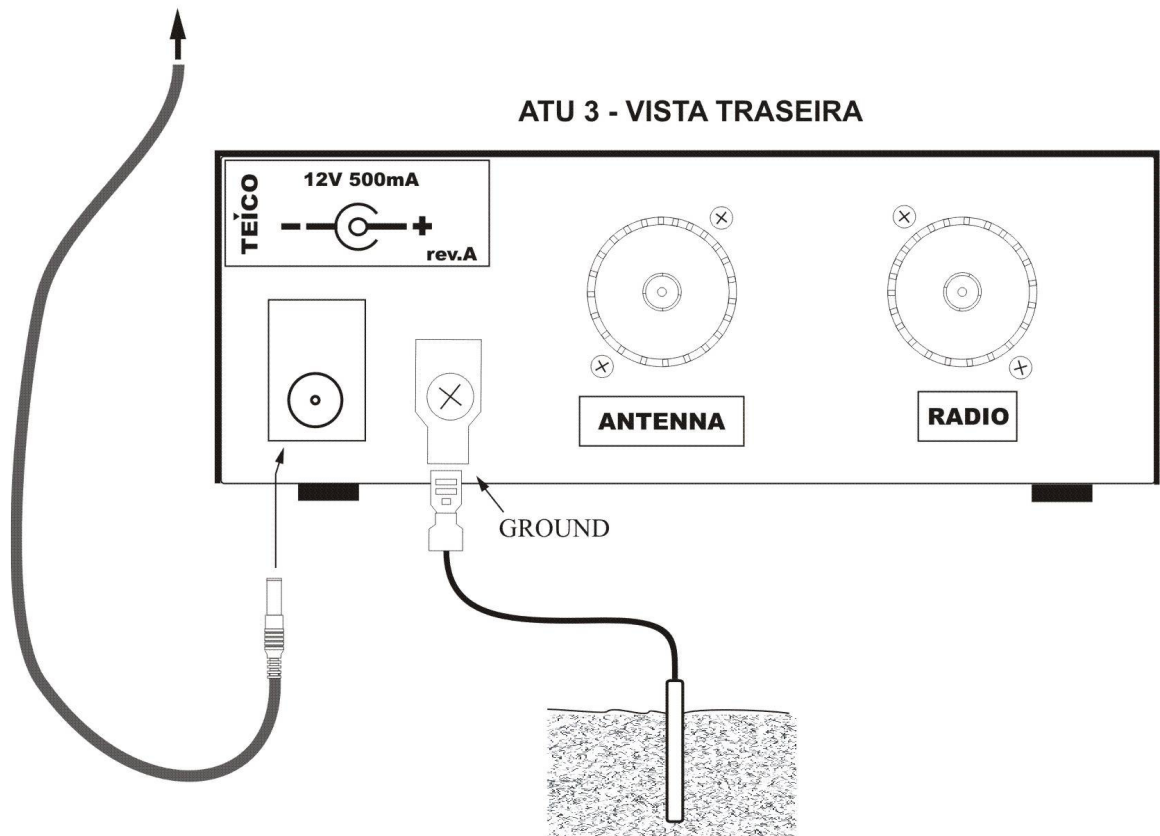
**ANTENNA**

A conexão da fonte de alimentação é feita no conector DC conforme indicado pela etiqueta adesiva. Pode ser usada a fonte de alimentação do rádio (13,8V) ou uma fonte externa com tensão entre 12 e 14Vcc @ 500mA.



**FONTE DE ALIMENTAÇÃO**

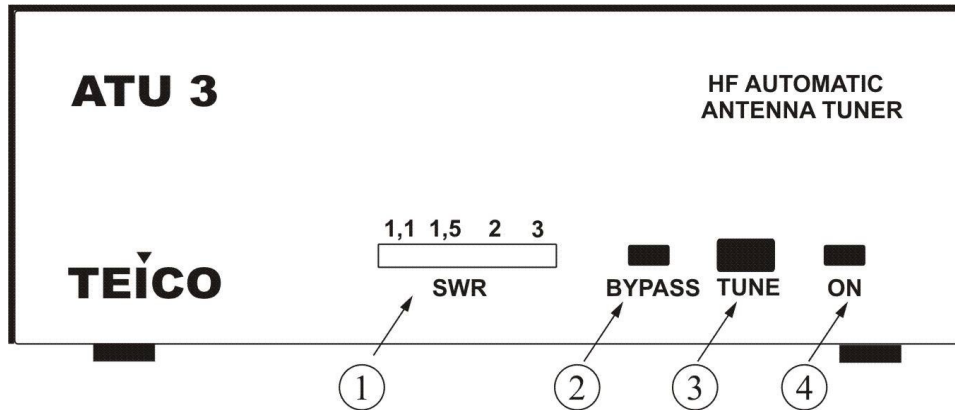
**ATU 3 - VISTA TRASEIRA**



## DESCRIÇÃO DO PAINEL FRONTAL

O painel frontal é composto pela tecla TUNE, que determina como o equipamento irá operar, e pelos leds de sinalização.

### ATU 3 - VISTA FRONTAL - PAINEL



1	Leds de <b>SWR</b>	Estes leds mostram uma medida aproximada da swr. Veja adiante como interpretar a medida.
2	Led <b>BYPASS</b>	Quando desligado indica que o ATU3 está ativo e pode fazer sintonia automática. Quando <b>ligado</b> , o led vermelho indica <b>ALERTA !</b> , o ATU3 está <b>inativo</b> (circuito em bypass).
3	Tecla <b>TUNE</b>	Tem três funções: Se pressionada rapidamente, com o transmissor ativo, força a sintonia. Se pressionado longamente (mais de 4 segundos) coloca o ATU3 em modo BYPASS. Se o ATU3 está em BYPASS e pressionada rapidamente, sai de BYPASS.
4	Led <b>ON</b>	Quando aceso indica que o ATU3 está ligado.

## UTILIZANDO O ATU3

**A sintonia sempre deve ser executada com potência reduzida, preferencialmente entre 5 e 10W. Após ter feito a sintonia, caso seja feita uma mudança de frequência para uma frequência próxima e haja a necessidade de uma nova sintonia, esta poderá ser feita sem reduzir a potência (pois será feita em poucos segundos). Se o processo de sintonia demorar mais que 5 segundos, volte a baixar a potência para realizar a sintonia com mais segurança.**

O ATU3 pode fazer sintonia automática (sempre que a swr ultrapassar 1,5:1), ou quando for pressionada a tecla TUNE.

O ATU3 pode ser colocado em modo BYPASS e o circuito de sintonia fica inativo seja qual for a swr. O led vermelho acende, em sinal de alerta, indicando que o ATU3 está em BYPASS.

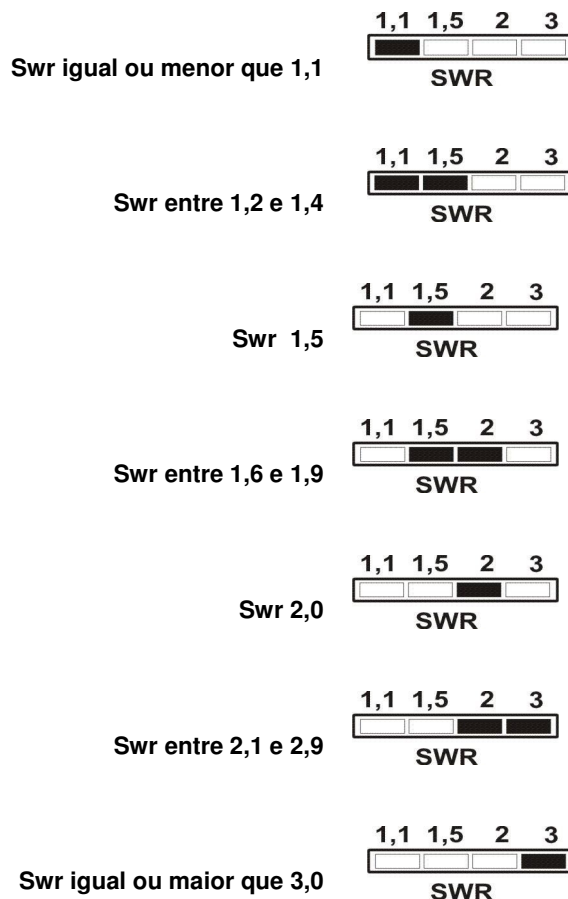
Estando em BYPASS o ATU3 pode ser reativado pressionando a tecla TUNE. Veja que o led vermelho de BYPASS deve apagar indicando que o ATU3 está ativo.

Em estado de BYPASS o ATU3 não fará sintonia automática.

**ATENÇÃO:** Se a sintonia automática não obtiver uma swr menor ou igual a 1,5:1 o ATU3 passará para o modo BYPASS e acenderá o led vermelho de BYPASS indicando que o equipamento está inativo.

### Leitura da SWR

Os leds do painel indicam a swr conforme a tabela:



### Sintonia em rádios de saída transistorizada

Nestes rádios o processo de sintonia é rápido e simples. Basta reduzir a potência de saída para 5 ou 10W e proceder a sintonia do ATU3 conforme indicado. Após realizar a sintonia, aumente a potência. Caso a SWR aumente, pressione a tecla TUNE para forçar uma nova sintonia sem reduzir a potência de transmissão.

A sintonia deve ser realizada com o transmissor em modo CW (de preferência) ou AM, ou seja, com portadora constante. É também possível fazer a sintonia em modo LSB ou USB emitindo um som constante no microfone.

### Sintonia em rádios de saída valvulada

Nestes rádios, a saída em circuito PI faz o ajuste de impedância entre a placa da(s) válvula(s) de saída e a carga de 50Ω. Inicialmente, a impedância entre este circuito e a entrada do ATU3 pode estar com uma diferença significativa de impedância, ocasionando uma alta SWR. Isto pode dificultar o processo de sintonia (devido a RFI no circuito digital do ATU3). Portanto, sempre procure realizar a sintonia do ATU3 com potência baixa, de preferência abaixo de 20W. Procure ajustar a CARGA (LOAD) e DRIVE no mínimo até que a sintonia do ATU3 seja realizada buscando a mínima SWR. Após obter a mínima SWR, aumente a potência do transmissor pelos controles de DRIVE e CARGA e volte a sintonizar o transmissor pelo controle SINTONIA (ou TUNE).

Observação: alguns transmissores não possuem o controle de DRIVE, apenas CARGA e SINTONIA.

### O que fazer quando a sintonia automática não é satisfatória

Quando a sintonia automática resultar em um valor de SWR não satisfatório (naturalmente deve ser considerada a condição da antena poder proporcionar uma SWR melhor) altere a frequência do transmissor em algumas dezenas de kHz e execute novamente a sintonia pressionando a tecla TUNE. Após obter uma SWR satisfatória, retorne para a frequência desejada e volte a medir a SWR. Se a SWR voltou a aumentar e não estiver satisfeito, volte a pressionar a tecla TUNE, agora operando na frequência desejada.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Alimentação	12Vcc +15% -10% @ 500mA max
Frequência de aplicação	De 1,8MHz a 29,9 MHz
Circuito de sintonia	Tipo L, com seleção automática $Z_{in} > Z_{out}$ e $Z_{out} > Z_{in}$
Modos de sintonia	Automático
Memória de Sintonia e parâmetros	E2prom interna de 64 bytes
Dimensões	L=12 cm, P=20 cm, A=5 cm

**A MCE Automação reserva-se o direito de alterar estas características técnicas sem prévio aviso.**

## GARANTIA

### Termos e Condições de Garantia

A MCE Automação Ltda garante assistência técnica gratuita (peças e mão de obra), para o produto ATU3 que apresente defeitos de fabricação nos seguintes termos e condições:

A assistência técnica em garantia poderá ser requerida por um prazo de 6 meses a contar da data da venda.

A assistência técnica em garantia será efetuada na fábrica, em Caxias do Sul - RS. Eventual custo de transporte do equipamento até a fábrica será por conta do cliente. Endereço para remessa de equipamento para manutenção: MCE Automação Ltda, Rua Ângelo Leonardo Tonietto, 1265 - 95112-075 Caxias do Sul RS.

A assistência técnica em garantia não será efetuada nos seguintes casos:

Danos físicos nas placas de circuito impresso e conexões internas, conectores, fonte de alimentação, painel de policarbonato ou gabinete metálico; Danos ou defeitos causados por negligência, abuso, acidentes, uso indevido, transporte, tensão de rede inadequada ao padrão do equipamento, raios, umidade, maresia ou ambiente corrosivo; Equipamento reparado ou adulterado por pessoal não autorizado pela MCE Automação Ltda.

## APÊNDICE A - PERGUNTAS MAIS FREQUENTES

**Conecte o rádio e a antena ao ATU3, como faço para sintonizar?** Baixe a potência de transmissão do rádio para 5 ou 10W. Selecione a banda e frequência desejada e modo CW ou AM. Ligue o ATU3. Pressione o PTT. Se a SWR for maior que a SWR padrão (normalmente 1,5:1), o ATU3 iniciará automaticamente o processo de sintonia. Se a SWR for 1:1 não há necessidade de sintonizar.

Observe que a sintonia só é realizada enquanto estiver apertando o PTT. Após ter sintonizado, aumente a potência de transmissão do seu rádio.

**Por que o ATU3 não sintoniza quando pressiono a tecla TUNE?** O ATU3 só faz a sintonia com presença de sinal de RF. Verifique se o rádio está no modo CW ou AM, prefira fazer a sintonia em um destes modos, pois é mais confortável e rápido. Se desejar fazer a sintonia em LSB ou USB, fale longamente ao microfone, até que seja obtida a SWR desejada.

**O ATU3 sintoniza, mas gostaria que a SWR fosse menor.** Para baixar a SWR, aperte o PTT e pressione a tecla TUNE. A sintonia será reiniciada buscando 1:1. Caso não consiga melhorar a SWR, altere em seu rádio a frequência de operação em algumas dezenas de kHz e volte a apertar o PTT e pressionar a tecla TUNE.

Quando obtiver a SWR desejada, volte para a frequência original e confira se a SWR é satisfatória.

**Coloco meu rádio em transmissão e o ATU3 não sintoniza.** Verifique as duas situações seguintes.

1. O led BYPASS está apagado. Se a SWR for 1.5:1 ou menor é preciso pressionar o PTT, em AM ou CW, e pressionar a tecla TUNE.
2. O led BYPASS está aceso. Pressione o PTT, em AM ou CW, e pressione a tecla TUNE.

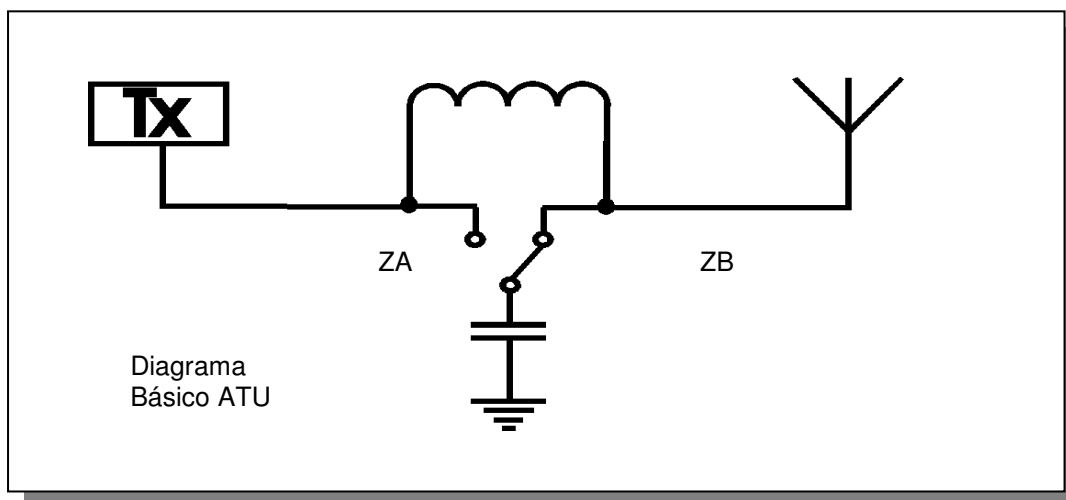
**Coloco meu rádio em transmissão em CW e o ATU3 não sintoniza.** Alguns rádios não acionam a transmissão em CW através do PTT. É necessário usar um manipulador externo. Consulte o manual do seu rádio para alterar a configuração de acionamento de CW ou faça a sintonia em AM.

**Durante a sintonia o led BYPASS pisca.** O ATU3 faz três tentativas de sintonia, ao terminar cada uma delas o led bypass pisca rapidamente para sinalizar o término de uma tentativa de sintonia. Após a terceira tentativa, se não obtiver uma swr igual ou menor que 1,5:1 o led BYPASS acenderá e o ATU3 passará para a condição de BYPASS.

## APÊNDICE B - DESCRIÇÃO TÉCNICA

### Características Básicas do ATU3

O ATU3 é um equipamento microprocessado que funciona como um medidor de SWR combinado com um sistema capaz de ligar Indutores e Capacitores em um circuito transformador de impedância em configuração tipo L. Os capacitores podem ser ligados no lado do transmissor ou no lado da antena (chamamos isto de posições ZA e ZB). A posição mais adequada depende da relação de impedância entre antena e transmissor.



Um algoritmo permite que o processo de ligar/desligar capacitores e indutores, e selecionar posição ZA ou ZB, seja executado de forma automática. Grosso modo, o tempo de sintonia pode ser de alguns décimos de segundo, nos casos em que a antena tem uma impedância próxima de  $50 \pm j0 \Omega$ , ou seja, apresenta uma SWR próxima de 1:1, até alguns segundos, naqueles casos em que a SWR é elevada.

Para otimizar o uso do ATU3, foi incluída uma memória do tipo e2prom (memória permanente) para gravar aquelas posições em que a sintonia de antena foi realizada e que se deseja guardar para uso futuro. Assim, sempre que o ATU3 realizar a sintonia no Modo Automático, primeiro irá buscar os parâmetros gravados nesta memória, o que é feito em alguns décimos de segundo. Isto torna o processo de sintonia muito rápido. Os parâmetros gravados na memória e2prom permanecem intactos mesmo que o ATU3 seja desligado.

Os capacitores e indutores foram escolhidos de tal forma que é possível obter 128 valores de capacitância e 128 valores de indutância. Com a possibilidade de conectar os capacitores nas posições ZA e ZB, temos 32768 combinações possíveis na sintonia em busca da melhor SWR. O chaveamento dos capacitores e indutores é feito por relés, portanto, durante o processo de sintonia, você ouvirá o clic dos relés abrindo e fechando.

### **Fatos sobre a SWR**

Os medidores de SWR são calibrados para uma determinada impedância padrão, que é a nominal do equipamento de transmissão e recepção. Quando se mede a SWR de uma antena cuja impedância é diferente da impedância padrão, o circuito estará desequilibrado e a SWR não será a SWR real. Assim, estes medidores de SWR só mostrarão a SWR real quando esta for 1:1. Quanto maior for a diferença de impedância entre a antena e a impedância padrão, maior será o erro de leitura da SWR. Na prática isto não chega a representar um problema, pois se toma a medida de SWR como um parâmetro comparativo, e sempre buscando obter a menor SWR possível.

A SWR passa a ser problema quando o transmissor não suporta a diferença de impedância entre a antena e a sua etapa de saída, e quando há elevada perda de potência na linha de transmissão (como é o caso do cabo coaxial). Desta forma, se um transmissor for conectado a um Antenna Tuner e a antena for ligada a este através de uma linha de transmissão de baixa perda (por exemplo, linha aberta) a SWR elevada não apresentará maiores problemas. Se a linha de transmissão estiver equilibrada, nem mesmo RFI deverá ser observada – considerando-se um nível de potência não muito elevado – abaixo de 100W.

A SWR não deve variar ao longo do cabo coaxial, exceto pela atenuação que este possa provocar. Se for observada uma alteração da SWR ao longo da linha de transmissão, esta é devida a corrente circulante pela parte externa da malha do coaxial, o que torna imprecisa a medição da SWR.

Quando houver circulação de corrente pelo lado externo da malha do coaxial (também referido pela literatura técnica como terceiro braço), poderá haver ocorrência de RFI e ser percebido com choques por RF no shack (no microfone, nos controles do rádio, etc). Isto pode ser amenizado por uma boa conexão de terra. Mas a solução é, obrigatoriamente, eliminar o terceiro braço. Para tanto, deve ser utilizado um balun do tipo choque de corrente. Vide adiante.

### **Baluns**

O meio onde está instalada uma antena balanceada (por exemplo, dipolo ou yagi) torna-a não simétrica, com os braços tendo acoplamentos diferentes em relação à terra. Por outro lado, um cabo coaxial tem sua construção de tal forma que a corrente na malha é de igual amplitude e 180 graus defasada em relação ao condutor central, havendo equilíbrio entre as duas correntes. Os problemas iniciam ao conectar o coaxial a antena. Quanto maior a não simetria da antena, maior será a corrente do terceiro braço, uma terceira corrente que circula pelo lado externo da malha. Esta faz com que o coaxial torne-se irradiante, distorce os lóbulos característicos da antena e provoca correntes de RF no shack, nos mastros e no boom de antenas yagi, e até mesmo na rede elétrica! A consequência disto é a RFI. A solução para este mal é o balun.

Há dois tipos básicos de baluns: (1) o do tipo choque e (2) o do tipo transformador. Este último é o mais conhecido entre os radio amadores e também é utilizado como transformador de impedâncias.

Vamos nos concentrar no segundo tipo, que ainda não é muito difundido. O balun do tipo choque é muito simples e eficaz. Este é construído com miçangas (ou toróides) feitos de pó de ferro ou de ligas de Zn e ferrite. O balun tipo transformador só deve ser utilizado em antenas balanceadas (dipolo, yagi), sendo inadequado para antenas desbalanceadas, como a vertical. Já o balun tipo choque pode ser utilizado em qualquer tipo de antena. O choque tipo balun está disponível como opcional do ATU3, consulte nosso site [www.teico.com.br](http://www.teico.com.br) para obter maiores informações.

### **Como utilizar o ATU3 com linha de transmissão aberta**

Antenas multibanda de alta performance podem ser construídas com simplicidade quando se utiliza o conjunto ATU e linha de transmissão aberta. Este tipo de linha de transmissão apresenta uma baixa perda, mesmo sob alta SWR (de 100 ou mais!). O modelo mais simples de linha aberta é fita de TV de 300Ω, no entanto, deve ser utilizada a fita reforçada para usufruir da baixa perda e obter a suficiente rigidez mecânica para suportar ventos e intempéries.

Para conectar esta fita ao ATU3 é necessário utilizar um transformador de impedância, como um balun 4:1. O transformador para fita de 300Ω está disponível como opcional do ATU3, consulte nosso site [www.teico.com.br](http://www.teico.com.br) para obter maiores informações.