O BALUM 3,5/28 COM NÚCLEO DE AR

ERICH BREITAG, PY1ZCI

Os baluns com núcleo de ferrita podem apresentar problemas de saturação; este, com núcleo de ar, funciona eficientemente de 3,5 a 28 MHz

O cabo coaxial da linha de transmissão de sua antena dipolo ou "Yagi" está irradiando e deixando-o de cabelos brancos de tantos aborrecimentos? Não desespere se esse é seu único problema, pois o balum aqui descrito o auxiliará imensamente na solução de tal inconveniente.

CONCEITOS BÁSICOS

Por ser um sistema construído simetricamente com relação ao seu ponto de alimentação — portanto, equilibrado — as tensões presentes em ambos os bornes de uma antena dipolo são iguais entre si, porém defasadas de 180°. Essa antena será alimentada por meio de uma linha de transmissão, a qual poderá ser equilibrada ou desequilibrada.

Se a linha de transmissão for equilibrada (uma "fita" de antena de TV de 300 Ω, por exemplo), as tensões acima referidas produzem, em ambos os condutores da linha, correntes que também são iguais entre si e defasadas de 180°. Conseqüentemente, os campos eletromagnéticos gerados por estas correntes cancelam-se mutuamente e a linha não irradia.

Mas se a linha de transmissão for desequilibrada (um cabo coaxial, por exemplo), uma situação bastante diversa ocorre, pois o condutor externo do coaxial está diretamente conectado à antena, enquanto que o condutor interno encontra-se apenas fracamente acoplado à mesma. Conseqüentemente, a tensão presente no borne diretamente conectado produz, no condutor externo do coaxial, uma corrente de intensidade bem superior àquela gerada pela tensão do borne fracamente acoplado. Eis porque, apesar da defasagem de 180° existente entre estas correntes, elas não se cancelam mutuamente, e a linha irradia.

Como um balum transforma uma situação desequilibrada em equilibrada, e vice-versa, sua intercalação entre a antena e o cabo coaxial da linha de transmissão faz com que as correntes mencionadas no parágrafo anterior tornem-se iguais entre si em intensidade, e se cancelem mutuamente devido à oposição de fase. A linha, então, não irradiará.

Note-se que, não obstante, a linha de transmissão ainda assim poderá irradiar, em decorrência de outros fatores adicionais.

O BALUM

Há dois tipos básicos de transformadores balum: a) com núcleo de ferrita ou material semelhante, e b) com núcleo de ar.

Transformadores balum dotados de núcleo de ferrita são eficientes, e bastante populares nalguns países industrializados. No entanto, convém lembrar que núcleos de ferrita podem eventualmente saturar, gerando assim ondas quadradas ricas em harmônicos causadores de TVI. A saturação do núcleo ocorre ou por deficiência em seu dimensionamento, ou por estar submetido a um nível de R.F. superior àquele para o qual foi projetado.

Os baluns com núcleo de ar, por outro lado, tiveram até recentemente mui pouca aceitação por serem volumosos e, como tal, de difícil instalação na antena. Mas a experiência adquirida com enrolamentos trifilares viabilizou projetar e construir baluns com núcleo de ar que, não obstante suas pequenas dimensões, são eficientes para as freqüências compreendidas entre 3,5 MHz e 28 MHz. Obviamente, estes não apresentam o inconveniente de saturação do núcleo, acima descrito, residindo aí seu grande atrativo. Além disso, custam menos e pesam menos.

A Fig. 1a apresenta o diagrama do balum cuja construção é detalhada nas linhas subseqüentes, e que consiste em doze espiras trifilares (cada espira é constituída por três fios justapostos) de fio com 1,6 ou 2 mm de diâmetro (14 ou 12 AWG), enroladas sobre fôrma de PVC com 26 mm de diâmetro externo. Como se pode observar, trata-se de um transformador balum 1:1 convencional, com núcleo de ar, porém a originalidade de seu "design" lhe confere robustez e durabilidade, bem como barateia sua construção.

CONSTRUÇÃO

A construção do balum é simplíssima. Não requer habilidade ou ferramentas especiais, e a farta ilustração anexa não deixa margem a dúvidas.

www.813am.qsl.br

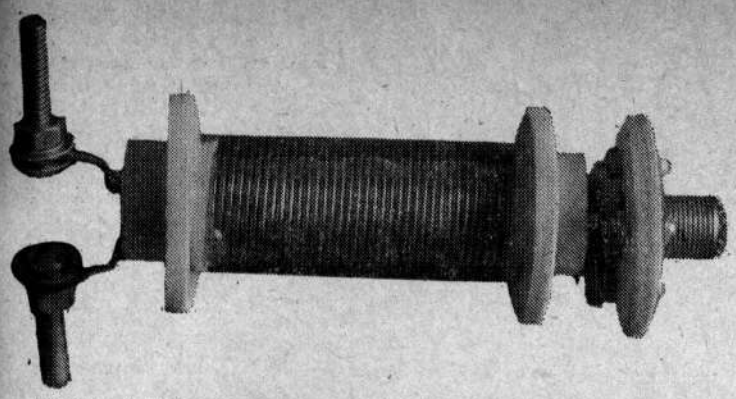

FOTO I — O balum pronto para ser instalado no interior do invólucro. Note que os parafusos que constituem os bornes de antena já estão conectados.

Todo o material requerido para o projeto é de baixo custo e de fácil obtenção, mesmo em pequenas cidades interioranas. Consta de: dois tubos de PVC, duas placas de PVC, um conector coaxial, fio esmaltado, porcas, parafusos e cola epóxica. Na "Lista de Material" encontram-se as especificações.

Os dois tubos de PVC, um com 10 cm e o outro com 16 cm de comprimento, podem ser obtidos em lojas de ferragens, mediante a devida remuneração. Mas pode começar a sorrir, pois aqui está a "dica" de como conseguir esses tubos inteiramente grátis: devido às pequenas dimensões dessas peças, você provavelmente irá encontrá-las na lata de lixo do instalador hidráulico (encanador, bombeiro, etc.) de sua comunidade.

Se a chapa de PVC, com 5 mm de espessura, não for encontrada, pode-se proceder do seguinte modo: obtenha um tubo de PVC (com diâmetro externo de 60 mm e com 80 mm de comprimento) e, após cortá-lo longitudinalmente, mergulhe-o em água fervente por alguns minutos. O PVC assim aquecido ficará mole, permitindo que o tubo seja desdobrado até atingir o formato de uma placa.

A Fig. 2 mostra as partes componentes do balum, bem como a respectiva nomenclatura que será usada no texto. Observe-se que o balum consta de uma bobina contida num invólucro, e que este invólucro tem seus extremos inferior e superior tamponados por uma base e por um topo, respectivamente. Cada uma destas partes constituintes encontra-se descrita nas linhas que seguem.

A base do balum (Fig. 3) — Consta de um disco de PVC, com 50 mm de diâmetro e 5 mm de espessura, no qual é montado um conector coaxial tipo SO-239, que constitui o terminal destinado a receber a linha de transmissão. As especificações quanto às dimensões dos parafusos, porcas e arruelas, apresentadas no desenho, não são críticas e poderão ser modificadas de modo a atender às necessidades do leitor. No entanto, é altamente recomendável que os parafusos e porcas sejam de metal branco ou de latão, pois irão ficar expostos ao tempo.

O terminal "vivo" do extremo desequilibrado da bobina do balum deverá ser soldado ao condutor central do conector coaxial,

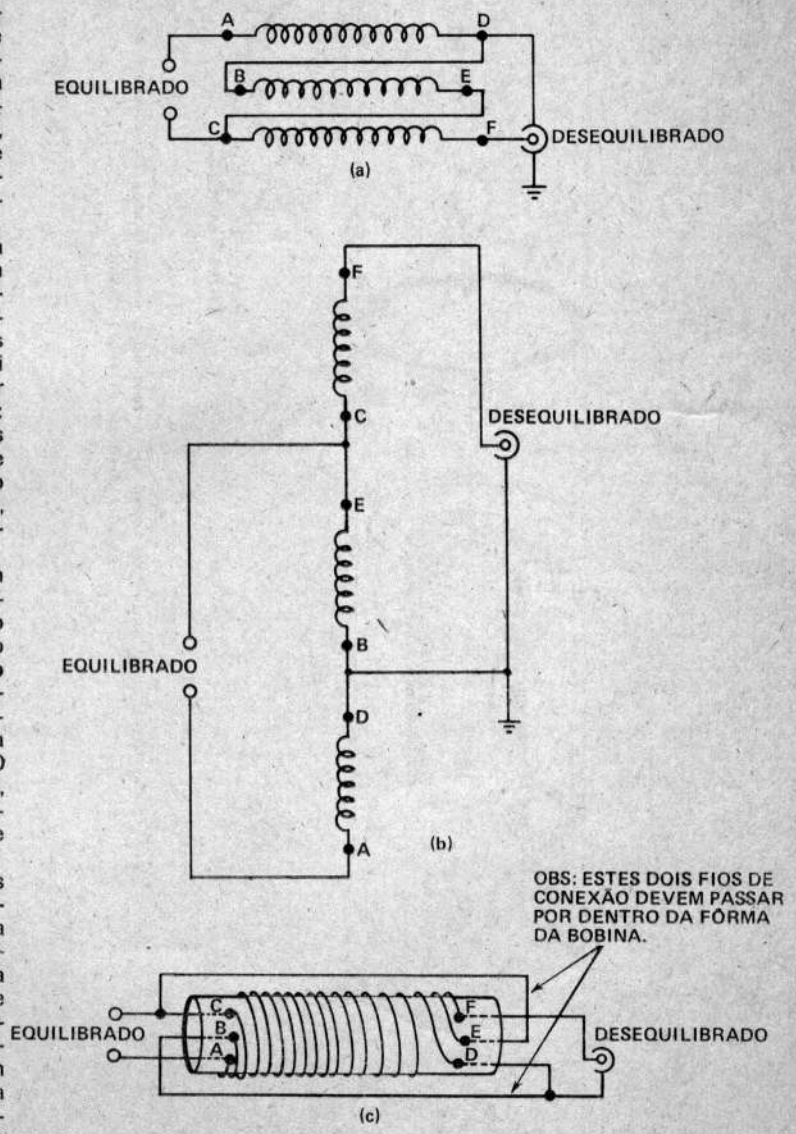

FIG. 1 — Diagrama e conexões do balum 1:1. a) diagrama esquemático. Os pontos pretos, sólidos, indicam o início dos enrolamentos; b) o mesmo diagrama de a), porém apresentado de forma a tornar mais evidente a natureza do transformador; c) aspecto físico.

CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★

www.813am.qsl.br

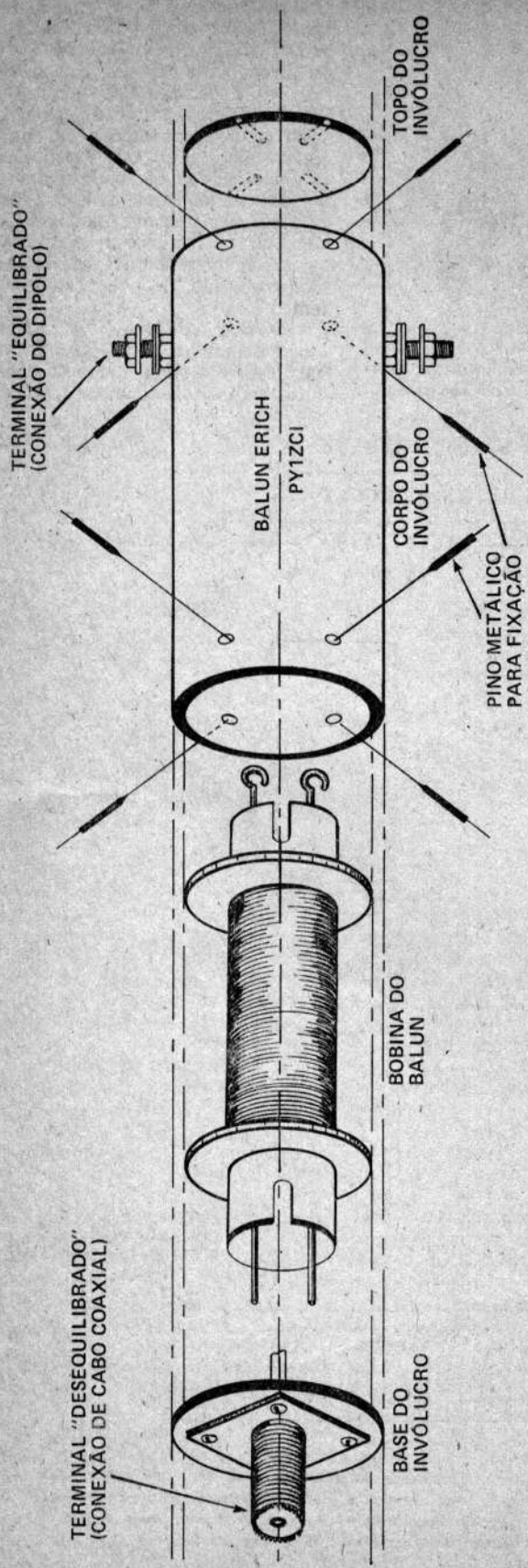

FIG. 2 — Partes componentes do balum 1:1 e respectiva nomenclatura. Os detalhes de cada peça encontram-se nos desenhos seguintes.

LISTA DE MATERIAL

- um tubo de PVC com diâmetro externo de 26 mm e comprimento de 100 mm
- um tubo de PVC com diâmetro externo de 60 mm e comprimento de 160 mm
- duas placas de PVC, com **5 mm de espessura**, medindo 50 mm X 160 mm
  ou: dois tubos de PVC, com 60 mm de diâmetro externo e 80 mm de comprimento cada um (veja texto)
- um conector coaxial tipo SO-239
- 5 m de fio esmaltado Nº 12 ou Nº 14 AWG (2 ou 1,6 mm de diâmetro)
- parafusos, porcas, arruelas, pregos tamanho 10 x 10, cola epóxica ("Cascopox"), massa epóxica ("Durepox") e tinta

enquanto que o terminal "massa" do mesmo extremo poderá ser fixado com arruelas, como mostra a Fig. 3.

Convém revestir com cola epóxica ("Cascopox") a base do conector coaxial antes de fixá-lo ao disco de PVC. Tal providência garantirá perfeita vedação, impedindo assim a entrada de umidade ou poeira. Com a mesma finalidade, também os parafusos e furos por onde estes passam deverão receber cola epóxica, por ocasião da montagem.

Os quatro furos de 1,59 mm (1/16") de diâmetro mostrados no desenho serão comentados sob o título "Montagem", em linhas subseqüentes.

A bobina do balum (Fig. 4a) — É a "alma e o coração" do projeto. Consta de doze espiras trifilares (cada espira é constituída por três fios justapostos), de fio de 1,6 ou 2 mm (14 ou 12 AWG), enroladas sobre uma fôrma de PVC com 26 mm de diâmetro externo e 100 mm de comprimento.

O enrolamento da bobina terá um comprimento um pouco inferior a 65 mm, se fio esmaltado de 1,6 mm de diâmetro for utilizado. Empregando-se fio de 2 mm de diâmetro, o comprimento será ligeiramente superior. Optativamente, pode-se fixar as espiras à fôrma com cola epóxica.

Nas Figs. 1a, 1b e 1c encontram-se indicadas as interconexões dos três enrolamentos da bobina trifilar. Note-se, no entanto, que os fios interconectores devem passar por dentro da bobina, muito embora na Fig. 1c, por questão de clareza apenas, estes passem externamente.

www.813am.qsl.br

Os fios conectores de ambos os extremos da bobina devem ser tão curtos quanto possível. Eis aí a razão da existência dos dois cortes, um em cada extremo da fôrma da bobina, visando facilitar o acesso por ocasião da soldagem.

Somente após enrolada a bobina é que são fixados os espaçadores inferior e superior, os quais destinam-se a manter a bobina centrada no invólucro. Cada um desses espaçadores pode ser recortado da placa de PVC de 5 mm de espessura, e fixado à fôrma da bobina com cola epóxica, nas posições indicadas na Fig. 4b.

O corpo do invólucro (Fig. 5) — Visa proteger o enrolamento trifilar do balum contra poeira e contra a ação dos agentes externos a que estará sujeito. É constituído por um tubo de PVC com 160 mm de comprimento, 60 mm de diâmetro externo, e paredes de 5 mm de espessura, o que confere durabilidade e robustez à unidade.

Os dois bornes localizados na parte superior do invólucro destinam-se à conexão do balum à antena (Fig. 5, e detalhes na Fig. 6). São constituídos por porcas, parafusos e arruelas, todos de fácil aquisição em lojas de ferragem. Mas convém lembrar que os mesmos devem ser de latão!

Cuidado todo especial deve ser devotado à fixação dos conectores de antena ao corpo do invólucro, pois a unidade, quando em uso, estará não só exposta à chuva, mas também submetida a vibrações que tendem a afrouxar as ligações, o que, se ocorresse, ocasionaria maus contatos e todos os problemas daí decorrentes. Eis porque as duas porcas que, em cada conector de antena, estão em contato direto com as paredes do invólucro, foram fixadas a estas paredes com cola epóxica ("Cascopox"), cola esta que também deve ser introduzida no próprio furo em que se aloja o parafuso. Após deixar secar por um dia, pode-se ligar a bobina e recobrir os conectores de antena (somente as partes situadas no interior do invólucro) com massa epóxica ("Durepoxi") que, ao secar, torna-se muito rígida, dando ao conjunto grande resistência mecânica.

O topo do invólucro (Fig. 7) — Consta de um mero disco de PVC com 50 mm de diâmetro e 5 mm de espessura, sendo, por

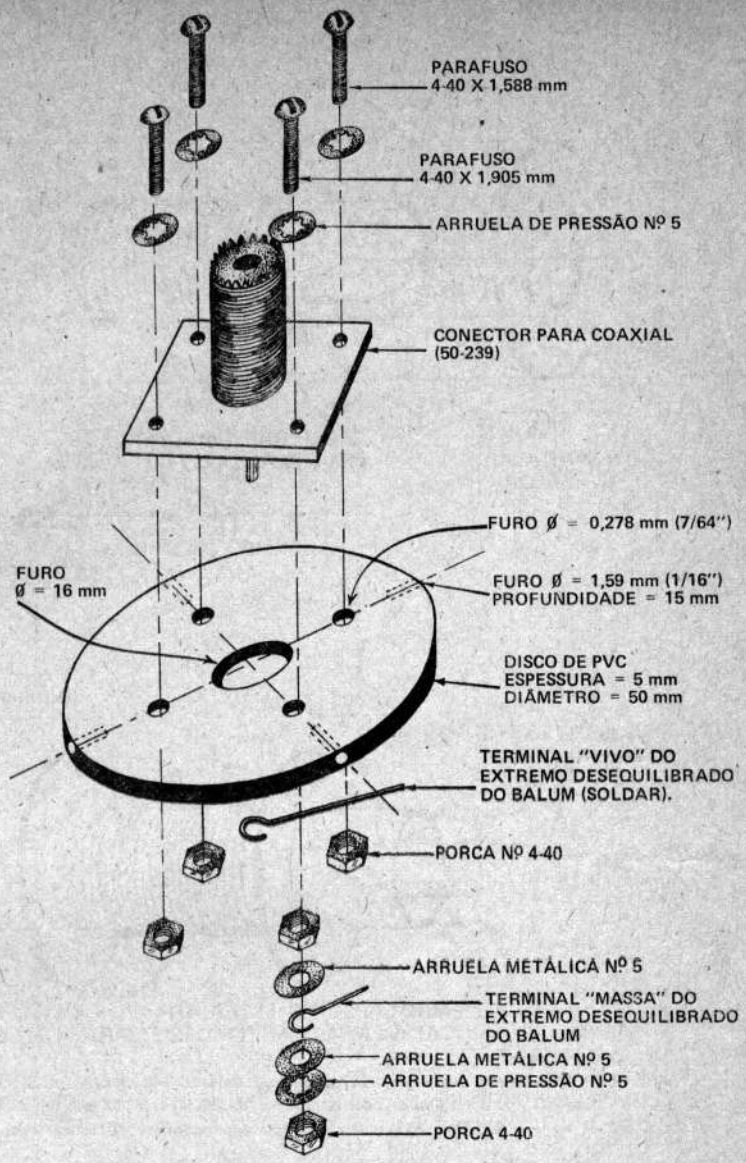

FIG. 3 — Detalhes da base do balum. O disco é de placa de PVC, com 5 mm de espessura.

FOTO II — Aspecto do balum já pronto para ser utilizado.

CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★

www.813am.qsl.br

CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES

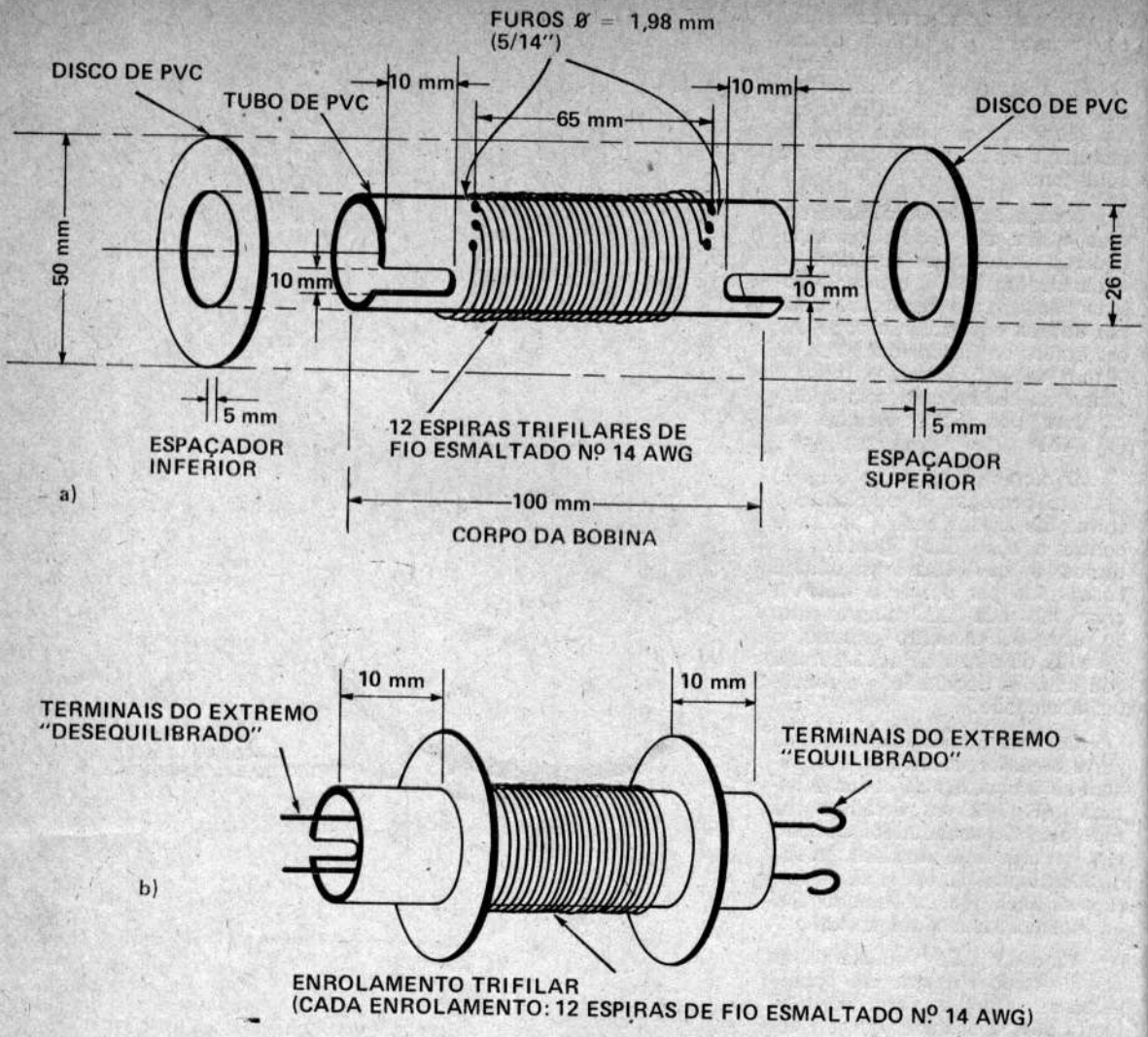

FIG. 4 — Detalhes construtivos da bobina do balum. São doze espiras trifilares de fio esmaltado Nº 12 ou Nº 14 AWG (2 ou 1,6 mm), sobre fôrma de PVC com 26 mm de diâmetro externo: a) detalhes da bobina; b) montagem dos espaçadores. Dimensões em milímetros.

conseguinte, a mais simples das partes componentes do balum.

Em sua periferia encontram-se quatro furos com 1,59 mm (1/16") de diâmetro e 15 mm de profundidade, destinados a fixá-lo ao invólucro do balum, conforme será exposto sob o título "Montagem", nas linhas que seguem.

MONTAGEM

Uma vez construídas as partes constituintes do balum, resta apenas montá-las, conforme ilustrado na Fig. 2.

Convém iniciar a montagem ligando o conector coaxial — situado na "base do invólucro" — aos terminais do extremo "desequilibrado" da bobina trifilar, tendo o cuidado de manter os fios conectores tão curtos quanto possível. Os dois cortes, um em cada extremo da base da bobina, facilitarão o acesso por ocasião da soldagem. No outro extremo da bobina são ligados os dois parafusos que constituem o terminal de antena. O conjunto assim formado (Foto I) é introduzido no corpo do invólucro, os parafusos dos terminais de antena são inseridos nos respectivos furos e, somente então, são estes e as respectivas porcas fixadas com cola epóxica, como descrito sob o título "O corpo do invólucro".

A etapa seguinte consiste em posicionar, e fixar com cola epóxica ("Cascopox"), tanto a base como o topo do invólucro. O leitor deve estar lembrado que nas linhas precedentes menção foi feita a pequenos furos com 1,59 mm (1/16") de diâmetro, localizados na base e no topo do invólucro, bem como no próprio corpo do invólucro. Pois bem, estes furos destinam-se a alojar pequenos pinos metálicos visando aumentar a resistência física do conjunto, principalmente da junção base/invólucro, tendo em vista que a mesma terá de suportar o peso do cabo coaxial da linha de transmissão. É bem mais fácil executar esses furos após a colagem da base e do topo. Os pinos, que podem fácil e convenientemente ser confeccionados removendo-se a cabeça de pregos tamanho 10 X 10, são fixados dentro dos furos com cola epóxica, e recobertos com a mesma, de modo a evitar que venham a enferrujar; são, porém, optativos.

www.813am.qsl.br

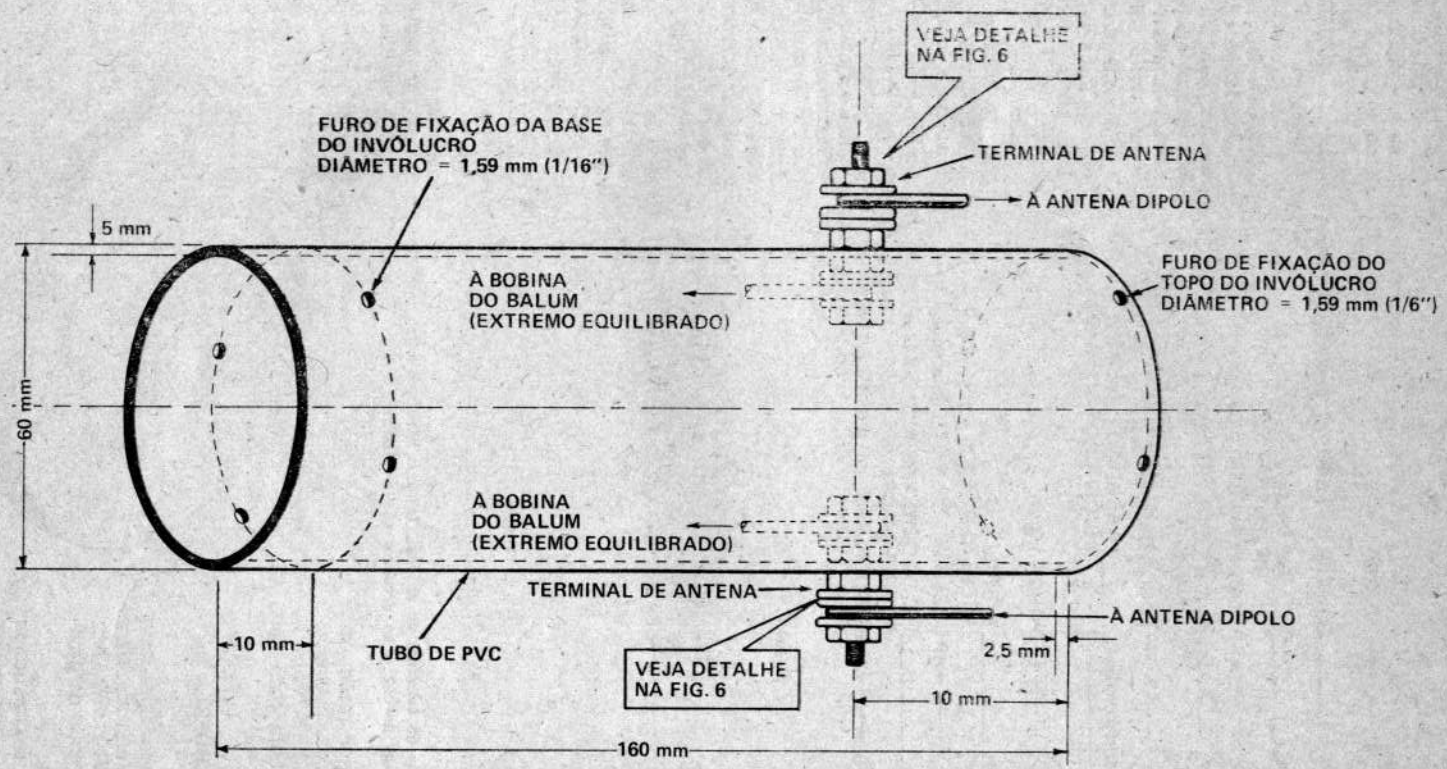

FIG. 5 — O corpo do invólucro do balum, executado com tubo de PVC com 60 mm de diâmetro externo. Dimensões em milímetros.

www.813am.qsl.br

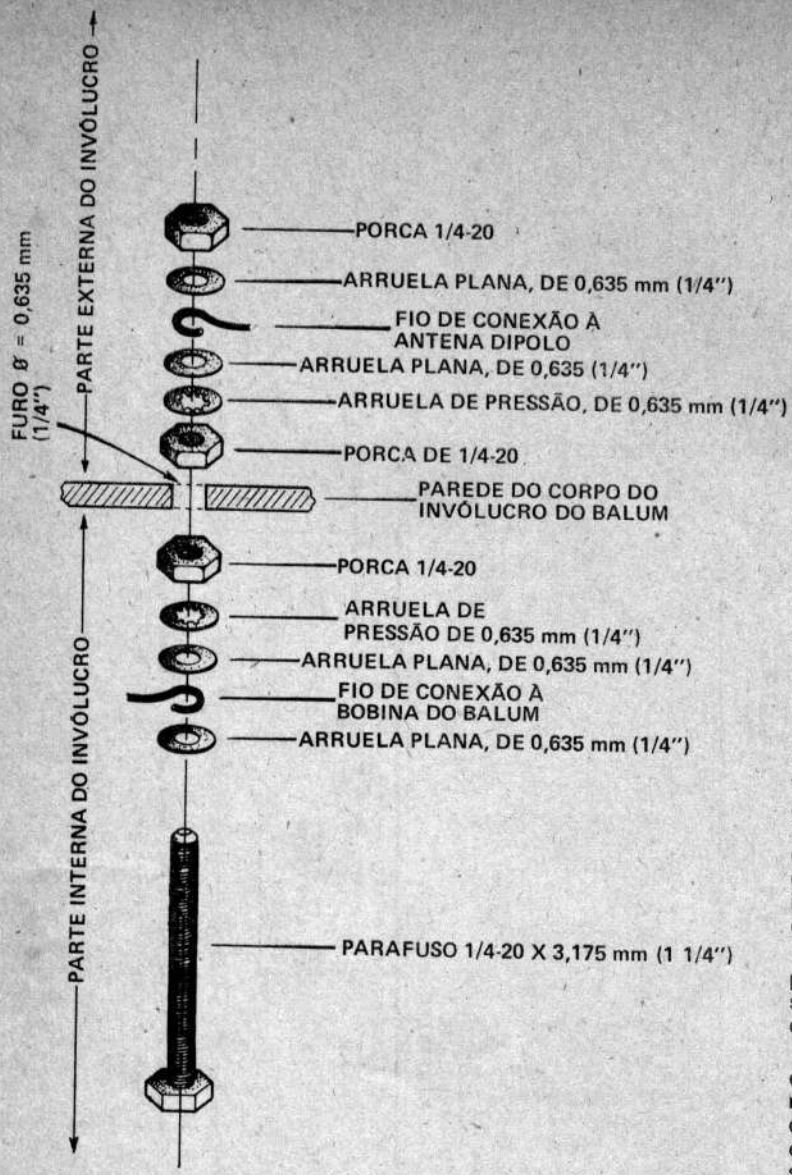

FIG. 6 — Detalhes do terminal de antena. Tanto o parafuso como também as porcas e as arruelas são de latão.

Finalmente, e por razões de ordem estética apenas, o conjunto pode ser pintado. A Foto II mostra o balum pronto para ser utilizado.

ESPECIFICAÇÕES

O balum em pauta apresenta ótimo desempenho elétrico dentro da faixa de 3,5 MHz a 28 MHz, e sua robustez é garantia de grande longevidade.

O PVC de que é constituída a fôrma da bobina aquece, ou mesmo funde, quando submetido a elevados níveis de R.F., de modo que o balum em pauta não deve ser operado próximo ao limite legal de 2 kW PEP das estações de radioamador. Entretanto, se a fôrma da bobina trifilar for construída com tubo de fenolita ou com fibra de vidro, o balum poderá suportar 2 kW PEP.

Devido às propriedades físicas do PVC, o balum não deve ser utilizado como espaçador de antena.

UTILIZAÇÃO

Por preservar a simetria com relação à terra, o transformador balum 1:1 em pauta permite alimentar um sistema equilibrado com uma linha de transmissão desequilibrada, sem que a própria linha irradie (Fig. 8).

No entanto, convém observar os seguintes aspectos fundamentais, se a intenção é realmente obter os melhores resultados possíveis.

No entanto, convém observar os seguintes aspectos fundamentais, se a intenção é realmente obter os melhores resultados possíveis.

Primeiro: o cabo coaxial da linha de transmissão deve descer verticalmente do dipolo por considerável distância (pelo menos igual a meio comprimento de onda). A não observância desta condição acarretará irradiação pela linha e todas suas indesejáveis conseqüências.

Segundo: convém que o comprimento da linha de transmissão seja igual a um múltiplo inteiro de meio comprimento de onda.

Terceiro: uma antena dipolo é um sistema equilibrado; **mas nem sempre.** A proximidade de condutores (prédios, postes, fios, etc.) pode substancialmente desequilibrar o dipolo, situação esta que, se ocorrer, invalida a utilização do balum.

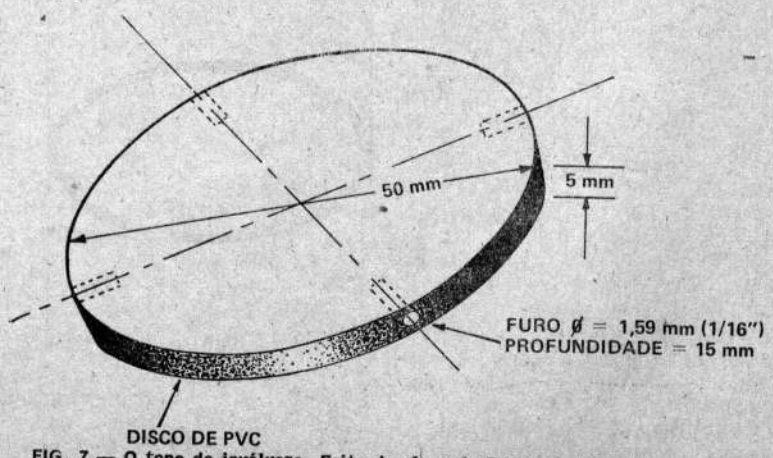

FIG. 7 — O topo do invólucro. Feito de placa de PVC com 5 mm de espessura.

www.813am.qsl.br

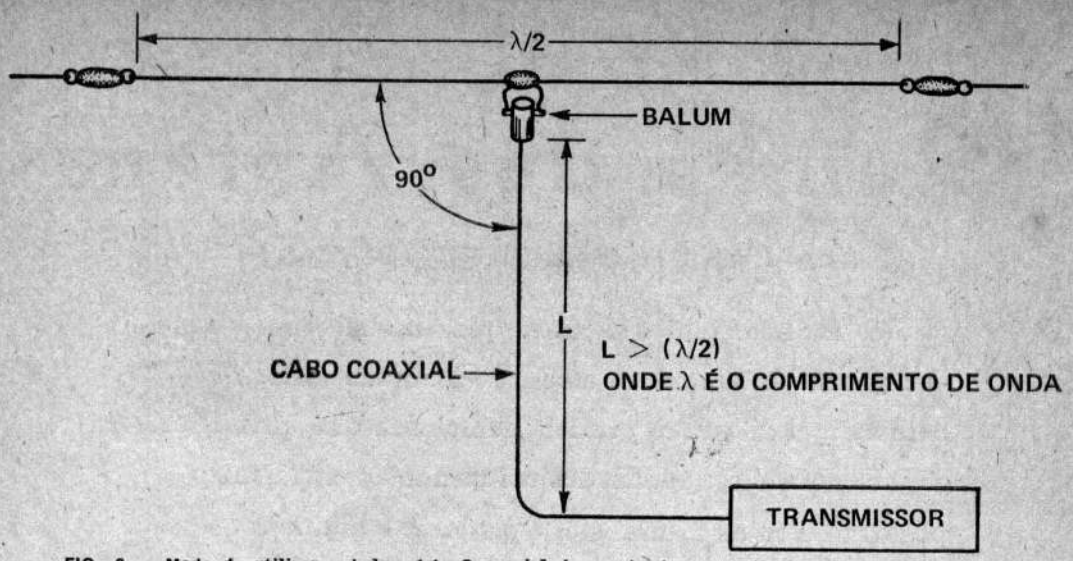

FIG. 8 — Modo de utilizar o balum 1:1. O coaxial deve estender-se verticalmente por mais de meio comprimento de onda.

Quarto: a reatância introduzida pelo balum poderá fazer com que a antena aparente ser até 1% mais longa do que realmente é. Portanto, na maioria das vezes é necessário ressintonizar a antena **(N.R.1)**.

Quinto: conforme o leitor terá oportunidade de verificar, no próprio "design" do balum foi prevista a proteção de seu conector coaxial contra a água da chuva. Não obstante, recomenda-se vedação adicional. Borracha de silicone é apenas um de diversos produtos que podem ser utilizados com tal finalidade.

Sexto: o balum pesa cerca de 250 gramas; em antenas direcionais (yagi, quadras cúbicas e similares) o peso não tem inconvenientes, pois o balum será sustentado pela gôndola; todavia, em dipolos comuns (horizontais), este peso adicional, que se somará ao do cabo coaxial, deverá ser levado em consideração.

BIBLIOGRAFIA

1. "The ARRL Antenna Handbook" — 1974 — American Radio Relay League, Newington, Conn., USA.
2. "The ARRL Radio Amateur Handbook" — 1980 — American Radio Relay League, Newington, Conn., USA.
3. LELAND, S. — 1980 — "Hints and Kinks". QST, pág. 47. American Radio Relay League, Newington, Conn. USA.

⊙ (OR 2001)

N.R.1 — Medidas realizadas no "shack" de PY2AH com carga não reativa de 50 Ω evidenciaram os seguintes fatores de casamento: 80 m = 1:1; 40 m = 1,2:1; 20 m = 2:1; 15 m > 3:1; 10 m > 3:1. Para restabelecer o casamento de impedância na faixa de 10 m foi ligado entre os terminais de saída do balum um capacitor de 100 pF; para a faixa de 15 m utilizou-se um capacitor de 200 pF. O mesmo resultado se obterá mediante o tamanho físico da antena.

CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★ CQ-RADIOAMADORES ★
www.813am.qsl.br