



FALANDO DE VHF

coordenadores:

ALBERTO JOÃO LAIMGRUBER, PY2BBL, e OSCAR DE MELLO RIBEIRO, PY1YLK

(Com a colaboração dos operadores das faixas de VHF)

"C-S"

ALBERTO JOÃO LAIMGRUBER,
PY2BBL

"Contest Special", Compacta Super, Cúbica com Sistema ou simplesmente Cúbica de Seis, chame a isto como quiser. Porém com este sistema, pequeno em tamanho mas grande em sinal, você estará bem equipado para o I Concurso E-P de VHF — 2 Metros, em casa ou num topo de morro.

QUANDO, em maio de 1981, publicamos os dados da "Quadra de Quatro", uma antena quadra cúbica de quatro elementos, não supúnhamos que iria gerar o interesse que perdura até hoje. A "Q-Q" vem sendo utilizada do Norte a Sul do país e, a julgar de notícias que nos chegam, continua deixando os seus construtores-usuários entusiasmados com o bom rendimento em relação ao seu minúsculo tamanho. Notícias deste jaez sempre são incentivo para novos trabalhos e este não é exceção à regra.

Em suas subidas (e descidas às vezes com os fundilhos das calças meio rotos...) em morros e pedras, o autor sempre se viu na necessidade de antenas que a um só tempo lhe proporcionassem o máximo de sinal, aliado a compactidade e rapidez de montagem. E agora quando determinados comunicados requerem um monstro de vários metros de comprimento, com refletor de "hectares" e horas de montagem, tenho dado preferência a esta pequena jóia, que cresceu e desenvolveu-se — não sem percalços — até o ponto em que está agora, tal qual é aqui publicada.

A idéia que vai com o sistema "C-S" serve tanto para aqueles que querem um bom sinal do seu "shank", como para os que gostam de transmitir de locais especiais, em excursões ou radioacampamentos. Em casa poderão aproveitar o desenho da antena ou aproveitar o sistema de mastro, modificando-o de acordo com as suas necessidades. No campo ou no muro, poderão escolher entre uma versão de sustentação

ou outra, as duas apresentadas aqui "sob encomenda". Com os seus 12,4 dBd de ganho (redondamente 17 vezes a potência irradiada por um dipolo ou 170 W ERP com 10 W do transmissor), ela equivale em sinal a uma boa yagi convencional de quase 4 metros de comprimento e muito mais elementos, com algumas vantagens a mais (ver E-P de maio de 1981). Nada contra a yagi-ida convencional, pois as cúbicas múltiplas pertencem à mesma família, mas esta anteninha tem se mostrado imbatível, tamanho por tamanho, quando comparada com qualquer outra coisa que tenho construído. E dela nasceu o "sistema" que passo a quem queira começar a compartilhar da alegria de um bom dia de sol de montanha (ou de chuva torrencial, ventos a 100 por hora e frio de 17°C abaixo de zero... brrr, não hi).

Antes, porém, uma advertência: não há nada de crítico nisso tudo, mas por favor sigam as recomendações, a não ser que saibam o que estão fazendo. É processo simples, passo a passo, reproduzível com garantia de pleno sucesso. Se alguma dúvida restar, sintam-se à vontade para escrever ao autor para esclarecimentos. Terão a auto-satisfação de verem funcionando o que construíram, o que faz parte do Radioamadorismo.

Como nem todos terão à mão o número de E-P de maio/81, repetimos aqui sucintamente alguns dados que se aplicam também à C-S. As ilustrações e a farta imaginação do radioamador farão o resto.

A Gondola e os Travessões dos Elementos

Corte, lixe, fure, pinte com 3 ou mais demãos diluídas de verniz "sparlack" ou de tinta sintética (não use tinta de alumínio). Prepare a placa de acrílico do EA e os olhais para o cabo coaxial. Note que os travessões do R e do CA são de madeira levemente mais grossa que os dos diretores. Se quiser usar madeira igual para todos os travessões, poderá fazê-lo, mas, neste caso, o peso e a resistência ao vento aumentarão levemente. O desenho mostra a gondola gradativamente afilada conicamente, a partir de meio-comprimento até a frente. Contribui para a leveza, mas não é absolutamente necessário. Se afilar, mande cortar só pela parte inferior da gondola, deixando reta a face superior, onde apóiam os elementos (a ponta afilada da gondola ficará com 20 X 7 mm).

Os Elementos

Faça primeiro o quadro diretor extremo (D4). Corte um pouco mais de 2 metros de fio nº 10 (pode ser encapado de plástico, do qual você retirará a capa), prenda numa morxa (ou, à falta desta, na maçaneta da porta) e com um pano espesso enrolado nas mãos vá correndo sobre o mesmo para eliminar todas as dobras existentes. O fio ficará liso e tenderá a enrolar. Em seguida, batendo levemente com martelo, deixe-o bem reto. Com uma trena, meça de uma das extremidades 477 mm e, neste pon-

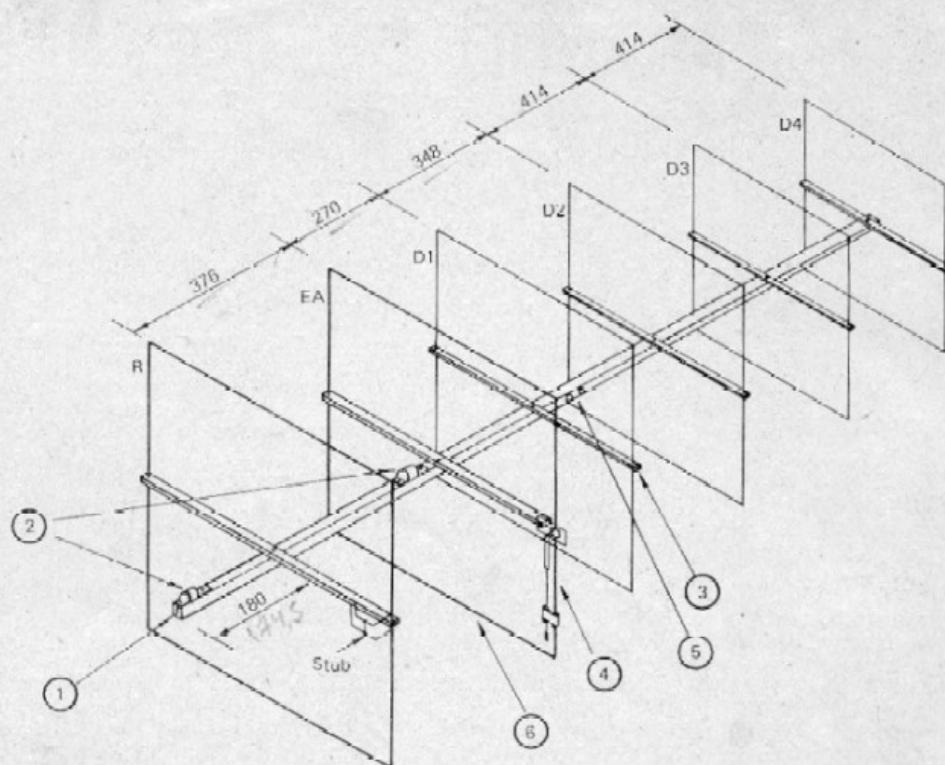


FIG. 1 — A antena do "Sistema C-S" em polarização vertical (todas as medidas em mm).

1 — Gôndola. Pinho aparelhado e pintado com 3 ou mais demãos de "Sparlack" ou tinta sintética (diluir para boa penetração). 20 X 20 mm finais, afilada conforme texto.

2 — Olhais de guia do cabo coaxial, confeccionados de tubo de PVC com diâmetro interno de 3/4" (= 19 mm). O cabo coaxial deve ser levado para trás do refletor e, daí, mastro abaixo.

3 — Travessão de elemento. Os travessões de R e EA são de pinho 20 X 10 mm, os restantes são de pinho 15 X 5 mm. Seu comprimento é igual ao lado do respectivo elemento, mais 10 mm. Os elementos são introduzidos em fendas serradas às distâncias corretas, colados com acrílico ou epóxi. Fixados em ângulo reto com a gôndola por parafusos passantes, 2 arruelas cada e borboletas (tudo de latão).

4 — Ajuste-gama (conector-fêmea, capacitor, braço de ajuste e chapa deslizante). (Ver detalhe construtivo na Fig. 2.)

5 — Furos de fixação, espaçados de acordo com a distância entre pernas do grampo "U" (tipo usado em antenas de TV). Estarão localizados (centro entre os dois) a aproximadamente 85 mm à frente do furo de fixação de D1, se a antena for construída exatamente como apresentada (ponto de equilíbrio). Ver texto sobre material do mastro.

6 — Elemento (cobre Nº 10). Ver texto, bem como Figs. 2 e 3. Para frequência central de 145,000 MHz as medidas são (por lado, meça do lado externo dos quadros): R = 543 mm, EA = 527 mm, D1 = 512 mm, D2 = 496 mm, D3 = 486 mm, D4 = 479 mm. Se preferir cortar a antena para outra frequência central, use as seguintes fórmulas (resultados em metros):

$$\begin{aligned} R &= 78,75 : f(\text{MHz}) + \text{stub} \quad (73,46 \text{ sem stub}) & D2 &= 71,93 : f(\text{MHz}) \\ EA &= 76,46 : f(\text{MHz}) & D3 &= 70,49 : f(\text{MHz}) \\ D1 &= 74,30 : f(\text{MHz}) & D4 &= 69,43 : f(\text{MHz}) \end{aligned}$$

to, com alicate, dobre firmemente em ângulo reto. Confira a medida: ela deverá ser de 477 mm mesmo, da extremidade até a parte externa da vertical assim formada. Se não for, corrija agora para não formar um quadro errado depois. Meça agora da primeira perna (sempre externamente) ao ponto da segunda dobra 479 mm. Dobre, confira e corrija se necessário. Prossiga a terceira

ra e quarta pernas, também com 479 mm. A última extremidade será bem soldada de topo com a primeira (foi por isso que você cortou a primeira perna com 2 mm a menos, pois o fio nº 10 tem diâmetro de aproximadamente 2 mm!). Resultará um quadro fechado, de tamanho correio. Corrija eventuais torções com leves marteladas. Respeitadas as medidas da Fig. 1, faça os diretores

D3, D2 e D1, seguindo o mesmo procedimento.

O elemento alimentado (EA) também é fechado, porém com as suas extremidades aparafusadas mediante terminais, sobre a flange do conector coaxial fêmea. A Fig. 2 mostra isto (sem as porcas colocadas). Use parafusos de 1/8" (aproximadamente 3 mm de diâmetro), de latão. Eu prefiro fazer primeiro o quadro totalmen-

FIG. 2 — Detalhe do Ajuste-Gama (Gamma Match).

1 — Braço de Ajuste. 180 mm de tarugo de latão, com rosca de 1/8" aberta em toda a extensão, exceto a extremidade livre, na qual se pode atornar uma tunda para melhor "pega" por ocasião do ajuste. Eliminar rebarbas.

2 — Elemento EA (cobre Nº 10 — ver Fig. 1).

3 — Chapa deslizante de ajuste (observe detalhe logo abaixo). Dobrada sobre o braço de ajuste e sobre o elemento de forma a se conformar bem sobre eles. Formada de chapa fina de cobre com largura de 20 mm e comprimento tal que, instalada, mantenha o braço paralelo ao elemento. Ver texto.

4 — Porcas de ajuste e fixação. Ver texto.

5 — Solde aqui com pontas de estanho, após completados todos os ajustes, para garantir contato permanente. Ver texto.

6 — Corpo do capacitor-gama. Tubo de cobre de 1/4" (6,35 mm) int., parede fina. Revestir internamente com capa de cabo coaxial (dielétrico), em toda a extensão, antes de soldar a extremidade furada em que penetra o pino central do conector fêmea. Acharfe 7 mm desta extremidade, fure e solda sobre o pino do conector. Realize teste de isolamento, conforme texto.

7 — Conector-fêmea do cabo coaxial (prefira isolamento de teflon).

8 — Terminais de cobre (ver texto). O desenho não mostra porcas para maior clareza. Aperte-as firmemente, sem quebrar o acrílico. Se quiser, coloque pontos de solda entre a flange do conector e os terminais, só para garantir contato permanente.

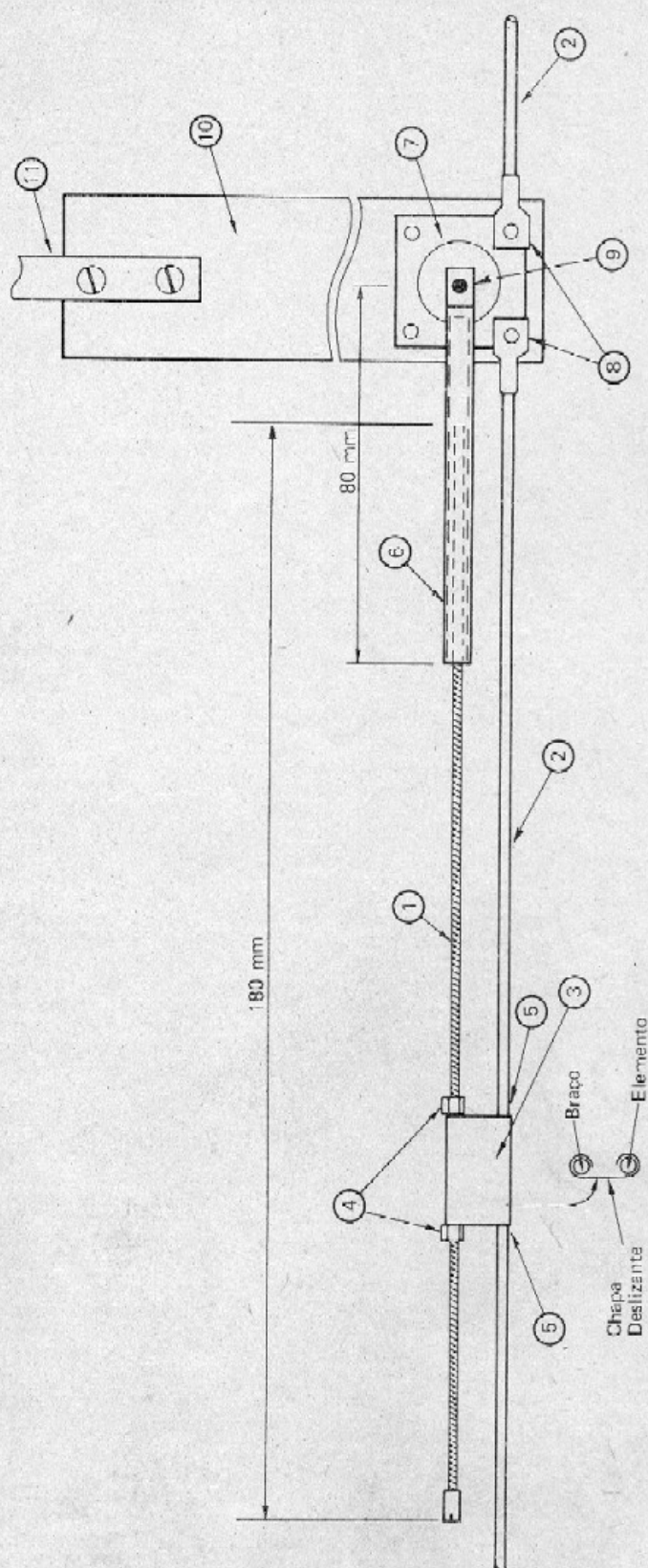
9 — Pino central e parte achatada do corpo do capacitor.

10 — Chapa de acrílico (90 X 30 X 4 mm de espessura). O conector fêmea é aparafusado sobre esta chapa (pré-lurar), que é presa por dois parafusos ao travessão do elemento EA (compense o comprimento deste travessão).

11 — Travessão de EA

te fechado (como se fora um di-retor), cortando depois exatamente ao meio uma das pernas, onde irá o conector. Corte depois 9 mm das duas extremidades assim formadas, mais meio diâmetro do anel dos terminais de cobre, soldando estes o aparafusando. O importante é que as medidas do quadro pronto e montado sobre o respectivo travessão e conector sejam as corretas.

O elemento refletor (R) é o único aberto (quadro não fechado), já que as extremidades de um dos seus lados são inseridas no respectivo travessão (ver Fig. 3). Para que você tenha sobra de fio para enfiar na madeira, faça a respectiva perna "aberta" de 10 a 11 mm maior, feche o quadro (como no caso



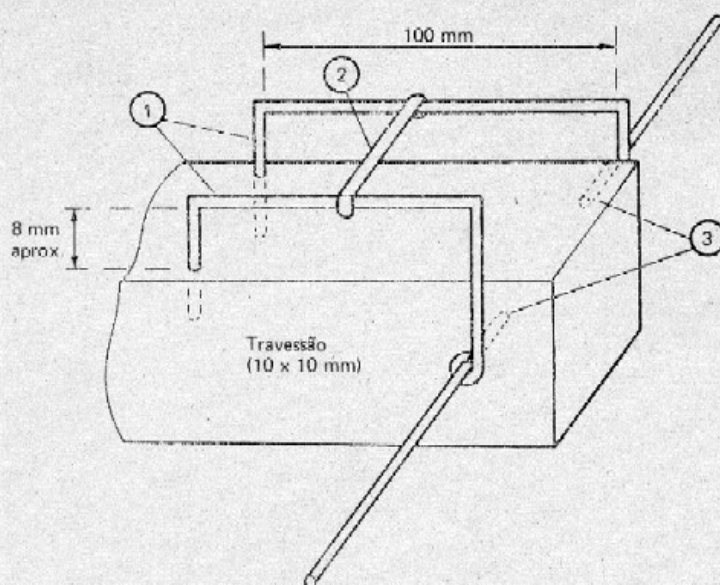


FIG. 3 — O "stub" do elemento refletor.

- 1 — Cobre Nº 10. Penetra 5 mm na madeira do travessão de "R". Fixe com epóxi. Extremidades opostas dobradas sobre o elemento, junto ao travessão, e soldadas. Paralelismo desnecessário, comprimento igual necessário.
- 2 — Transversal. Solde após ajuste. Ver texto.
- 3 — Elemento refletor penetra aprox. 5 mm. Fixe com epóxi. Mantenha a dimensão externa do elemento.

dos diretores) e corte esta perna maior ao meio. Enfie em furos justos feitos no travessão (podem ser levemente desencontrados para evitar contato das pontas entre si). Já que você está montando o refletor, faça também o "stub" (seção de ajuste do refletor), mas não solde a transversal, que pode ser fio ou uma tira de cobre fino.

Monte todos os elementos sobre os travessões (se já não o fez) e fixe tudo com cola acrílica (tipo Superbond) ou epóxica (tipo Araldite). Atente para a centralização exata.

O Ajuste-Gama (Gamma Match)

Os detalhes estão na Fig. 2. Esta representa a última edição (lançamento especial e exclusivo de PY2BBL para E-PI III) de um "s sofisticado e micrometricamente ajustável" gama, fadado a tornar obsoletos todos os demais. (Perdão, deixei-me levar pela veia publicitária e não tomem isto tão a sério.) O ajuste-gama publicado para a "Quadra de Quatro", se bem que funcione perfeitamente, era um tanto quanto "genioso" para que se chegasse ao ponto de ajuste correto (uma droga para se ajustar, em bom português) e muitos colegas nos crivaram de perguntas sobre ele, ou então o

ajustaram na base do "mais ou menos". Isto foi sanado aqui. Basta que você mande abrir rosca de 1/8" (3 mm) num tarugo de latão de 5/32" ou 3/16" (ao redor de 4,5 mm).

Siga o desenho da Fig. 2 o tenha o máximo de facilidade de ajuste. A chapa deslizante é feita de uma tira de cobre fino, bem ajustada em torno do elemento e do braço rosqueado do gama. Para ajuste, basta girar o braço-gama, que assim penetrará ou sairá do corpo do "capacitor" (o tubo de cobre internamente revestido para isolamento dielétrico) e, a seu turno, girar uma ou outra porca para fazer com que a chapa de contato deslize para onde você quer, precisamente. Isto quanto à "propaganda" do novo "gama". A capa do cabo coaxial (a que reveste o corpo do "capacitor" internamente) naturalmente não lerá o diâmetro correto para que encaixe justamente no tubo de cobre. Corte-a longitudinalmente até que o faça e que cubra totalmente a parede interna do tubo.

Faça o teste de isolamento enroscando totalmente o braço-gama (ligue em série com lâmpada de 220 V, que com esta tensão não deverá acender). Monte en-

tão o conjunto na posição correta sobre o pino central do conector fêmea e solde. Cuide para que o braço-gama fique bem paralelo com a perna do elemento (EA), para que a chapa deslizante possa realmente deslizar sem esforço. E agora que você confeccionará a chapa deslizante e a colocará como manda o desenho (não se esqueça das porcas de latão!).

Como Ajustar a "C-S"

Caso você ainda não tenha feito o mastro do sistema (ou prefira instalar a antena em sua torre), monte-a sobre mastro provisório (de madeira, não deve ser condutivo!) de não menos de 2 metros de altura, em lugar livre e desobstruído. Use um grampo de boa qualidade (latão) do tipo que se usa para fixar antenas de TV. Passe um pedaço de cabo coaxial, do mesmo tipo que você usará na instalação definitiva, pelos olhais da gôndola e ligue ao conector de EA. Este cabo preferivelmente não deverá ser longo, para que não resultem medições errôneas durante o ajuste (uns 6 metros serão cómodos e, se quiser múltiplos de meia onda, calcule para cada meia onda: $[150:145 \text{ MHz}] \times 0,66$, ou, se for cabo da KMP, 0,67 ao invés de 0,66). Ligue um medidor de onda estacionária de boa qualidade (alta precisão não é necessária, já que você ajustará para uma r.o.e. mínima, mas que seja sabidamente para 52 Ω) diretamente ao transmissor, de preferência sem cabo intermediário, por meio de um conector-adaptador. Naturalmente, o cabo da antena vai ao medidor. Instale tudo abaixo e atrás da antena e, repito, em local livre e desobstruído. Coloque o seu transmissor na frequência de 145,000 MHz. Curto-circuite o "stub" a aproximadamente 35 mm do elemento refletor (R).

Com o braço-gama totalmente aparafusado para capacitância máxima (introduzido ao máximo no corpo do "capacitor") e com a chapa deslizante numa posição empiricamente escolhida, tome a primeira leitura de r.o.e. Provavelmente ela estará "lá em cima". Solte uma das porcas da chapa deslizante e rosqueie a outra, provocando deslizamento da chapa. Não mexa ainda no capacitor. Se uma nova leitura indicar declínio de r.o.e., você terá deslizado a chapa na direção certa. Do contrário, deslize a chapa em direção oposta, mediante a porca oposta

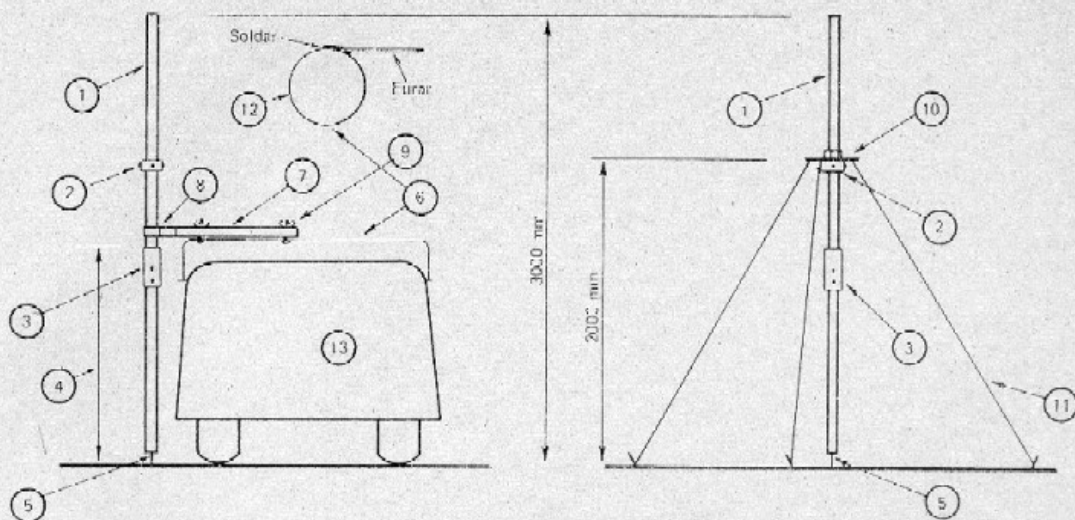


FIG. 4 — Mastros do "Sistema G-8".

1) Mastro quadrado, pinho de 25 X 25 mm nominais brutos (aparelhado ficará com aprox. 23 X 23 mm). Duas seções desmontáveis, a parte superior penetrando 100 mm no encaixe "3". Os comprimentos das seções dependem da altura do veículo (para veículo médio a seção superior terá uns 1.600 mm, já contado o encaixe; a inferior 1.400 mm aproximadamente, mais a altura internamente livre de 100 mm do encaixe "3").

2) Trava de encaixe da flange "10", formada por 4 pedaços de madeira com espessura de 10 mm, colados firmemente e aparafusados nos 4 lados do mastro. Comprimento e largura suficientes para que não rachem ou partam. Terço que resistir à tração do estaiamento em ventos fortes.

3) Encaixe para as 2 seções do mastro. Mandar soldar 4 chapas de ferro de aprox. 2 mm de espessura, com um comprimento de 200 mm cada, para que formem um tubo quadrado com medida interna de 23 X 23 mm (medida externa do mastro). Prenda com parafusos na seção inferior do mastro, deixando livre um vao de 100 mm para encaixe. A parte superior do mastro deverá penetrar livremente, mas sem muita folga (fiz o necessário).

4) Altura total da seção inferior do mastro. Depende da altura do veículo (ver "1", acima).

5) Ponta de aço (ou prego robusto), com diâmetro mínimo de 6 mm. Pré-fure o mastro para que a madeira não se parta com a introdução. Penetre aprox. 50 mm na madeira, ficando livre uma ponta de 30 a 50 mm. Afíle a ponta livre com uma lima, para que agarre melhor em rocha. Para que o mastro não afunde em terreno mole com o girar contínuo da antena, prepare um disco de ferro com uns 100 mm de diâmetro e um furo central igual ao diâmetro desta ponta, pelo qual ela passará livremente (disco não mostrado no desenho).

6) Suporte do tipo vendido na praça para transporte de pranchas de surf. Varia em construção, mas prefira o simples, de tubo, com extremidades ajustáveis. Nesta tipo poderá ser soldada uma chapa (2 mm de espessura) em toda a extensão horizontal, na qual serão feitos 2 furos de fixação, como no desenho. Chapa com largura de 30 a 40 mm

é suficiente, se a solda for feita como mostra o detalhe "12" (vista em corte).

7) Travessa de suporte do mastro. Madeira de 25 X 25 mm. O comprimento depende do veículo. Mantenha as proporções do desenho (não mais curta). O mastro deverá ficar próximo ao corpo do veículo, para que fique ao fácil alcance do operador, quando sentado no interior deste.

8) Olhal de suporte do mastro. Pode ser formado de chapa de alumínio ou preferivelmente do tubo no qual são soldadas 2 orelhas de fixação de uns 100 mm. Estas orelhas são então aparafusadas (parafusos passantes) na travessa "7". Por este olhal passará o mastro, que girará livremente. O diâmetro do olhal será de aprox. 31 mm para o mastro preconizado.

9) Parafusos e borboletas de latão, para fixação da travessa "7" ao suporte "6". Use arruelas do lado da madeira. Se quiser, coloque as borboletas por baixo e deixe os parafusos colados na madeira para não perdê-los.

10) Flange de giro (só usada quando há necessidade de estalamento do mastro). É uma flange comum de encaimento de PVC, para cano de 1" (na realidade o seu furo, que é torquendo e pode ser deixado assim, mede 31 mm de diâmetro). Faça 3 furos equidistantes na parte periférica (aprox. 6 mm de diâmetro) para amarração dos 3 estais. O PVC é resistente, mas não fure muito na beira da flange, nem tampouco muito em direção ao centro, já que desta maneira o estalamento poderá interferir com a trava "2". Esta flange girará livremente sobre o mastro, apoiando-se sobre a trava "2".

11) Estalamento. Cordoalha de náilon ou polietileno, de 3 a 5 mm de diâmetro, amarrada à flange "10".

12) Detalhe da solda da chapa de fixação ao suporte "6", se esta for do tipo sugerido.

13) Veículo.

Nota: Pinte todas as peças de madeira com várias demãos de verniz Sparlock (usado em embarcações) ou com sintético. Dilua para boa penetração. Faça isto antes de montar as peças, mas depois de furar. Não use tinta à base de alumínio (condutiva).

à primeira. Vá deslizando e medindo, deslizando e medindo. Você passará por um mínimo de r.o.c. Deixe agora a chapa na posição deste mínimo. Deixe as porcas soltas e vá girando o braço-gama para fora do "capacitor", umas 3 ou 4 voltas por vez, à medida em que toma novas leituras do r.o.c. Notará melhoras graduais, até que seja alcançado um novo mínimo. Se este mínimo não for satisfatório, passe

novamente a deslizar a chapa, porém muito pouco por vez (ai que entra o ajuste fino com as porcas). Novo mínimo que será por sua voz diminuído mais uma vez pela atuação do braço-gama. Um ajuste interage com o outro e logo você estará com uma relação de ondas estacionárias satisfatória.

Um requinto para capremer o máximo absoluto da antena é pedir a uma colega distante um

sinal firme, mas não muito forte e sem obstrução de permeio (para evitar falsos reflexos de sinal). Aponte a antena para a direção do sinal e corra uma ligação transversal provisória sobre o "strib" (abra o curto-circuito anteriormente feito e marque a sua posição para eventual referência), à procura de um máximo no assímetro do seu receptor. Feito isto, reverifique a estacionária e retifique o gama, se necessário. Se

não quiser se dar ao trabalho deste requinte, solde uma transversal definitiva sobre os pontos originalmente curto-circuitados.

Terminados todos os ajustes, coloque dois pontos de solda onde indica a Fig. 2. Aperte ambas as porcas de encontro à chapa deslizante e lacre-as com um pouco de esmalte de unha. A antena estará pronta para instalação (ou desmonte para a primeira viagem).

Instalação em Torre

Caso você não construa o "Sistema C-S" completo, com mastro portátil e tudo mais, mesmo assim dê uma boa estudada nos desenhos, que podem trazer sugestões úteis. Em primeiro lugar, NÃO instale a antena diretamente sobre um tubo metálico. Não vou repetir a história aqui. Está tudo detalhadamente contado em E-P de maio de 1982 ("Polarizando Antenas"). Use um pontalete quadrado de madeira (3,5 a 4,5 cm de lado) com 2 metros (mínimo) livres acima do tubo metálico. Três bons grampos resolverão o seu problema. Em segundo lugar, não vá na conversa de que o cabo coaxial pode

descer pelo centro da antena, mastro abaixo. A razão é a mesma do tubo metálico (se não acredita, enfile um ferro entre os elementos depois de ajustada a antena e veja onde vai parar a sua preciosa r.o.e.). Desça o cabo por trás da antena (para isto é que servem os olhais). Os conectores coaxiais deverão ser bem vedados e revestidos com fita plástica e/ou vedante à base de silicone. Em virtude do sistema de rosca do capacitor-gama, este é praticamente imune à água, mas convém vedá-lo também com um pouco de silicone para evitar umidade. Não use outro tipo de vedante.

Polarização e Empilhamento

Como aparece na Fig. 1, a "C-S" está verticalmente polarizada. Para polarização horizontal, instale-a com o ajuste-gama na parte horizontal inferior (girar 90 graus à direita). A distância do empilhamento para ganho máximo é de 3 metros (lóbulo secundários a "menos 13 dB" previstos). Aconselho 2,70 metros entre gôndolas como ótimo e, sempre que possível, uma acima

da outra, com o que o ganho se concentrará mais sobre o horizonte. Ligue a cada uma das duas antenas o cabo coaxial de 73 Ω (comprimento de 2.390 mm cada), unindo as extremidades a um conector "T" (desconte meio comprimento deste conector da medida dos cabos acima). Desça com cabo de 52 Ω . Os 2.390 mm do cabo de 73 Ω são transformadores de impedância de sete quartos de onda.

E o Resto do Sistema "C-S"?

Está na Fig. 4 à qual creio que não haja muito a acrescentar, exceto que a "versão volículo" é mais para o lado de praia-e-campo, quando a "versão estaiada" é para topo-de-montanha. Não se deixe iludir pela aparente fragilidade do mastro que já aguentou ventanias de tirar fôlego. Para quando a coisa sopra realmente braba, o sistema está previsto inclusive para estaiamento com o mastro preso ao veículo. Embora a Fig. 1 não mostre, eu uso porcas-borboleta para fixar os travessões dos elementos (já cansei de perder porcas comuns ou tentar enroscá-las com dedos en-

regelados). Parafusos de latão de 5/32" com arruelas vão bem. Para manter os elementos bem paralelos, meça uma vez o paralelismo e marque definitivamente com um risco indelével (ou colo que taquinhos de madeira bem colados). Para não inverter ele-

mentos ou confabular longamente sobre a sua posição correta, marque-os com R, EA, D1, D2, D3, D4 e cada um com uma seta indicando a frente da antena. Finalmente, prenda a antena ao mastro do sistema com um bom grampo do tipo de TV. Para não estender

este artigo em demasia, recomendo-se a leitura de "A Quadra de Quatro" (E-P de maio de 1981, pág. 519) e "Polarizando Antenas" (E-P de maio de 1982, pág. 407), que elucidarão certos pontos de interesse geral e específico. E bons DX!