

7.4 antena "quadra-suíça" para TV ³

As antenas quadra são conhecidas desde que foram feitas as primeiras irradiações de ondas radioelétricas, mas por muito tempo foram pouco utilizadas devido à sua fragilidade e aos tamanhos necessários para trabalhar com as frequências então utilizadas. Últimamente, entretanto, elas se tornaram populares em suas diversas formas, especialmente entre os radioamadores, devido à facilidade com que podem ser construídas e à utilização de frequências mais elevadas, o que concorre para reduzir o tamanho das antenas e, em consequência, aumentar sua solidez. A variedade aqui apresentada foi concebida por um radioamador suíço, que teve a feliz idéia de ligar os centros dos quadros à terra, facilitando enormemente a construção mecânica e melhorando as características da antena.

Dimensionamento da "quadra-suíça"

A Fig. 7-8 mostra o aspecto da quadra-suíça. Para o cálculo de suas dimensões, precisamos inicialmente determinar a frequência central do canal de TV para o qual a antena será construída, e isto por que a quadra-suíça é uma antena de faixa estreita, cobrindo apenas um canal de TV. Daí calcularemos o correspondente comprimento de onda (λ), que definirá as dimensões dos elementos da antena, segundo as equações:

Comprimento de onda (em metros)

$$\lambda = 300/f, \text{ sendo } f \text{ a frequência em megahertz}$$

Altura dos quadros (em metros)

$$A = 0,278 \times \lambda$$

Espaço entre os quadros (em metros)

$$E = 0,102 \times \lambda$$

Comprimento do quadro refletor (em metros)

$$R = 1,14 \times \lambda$$

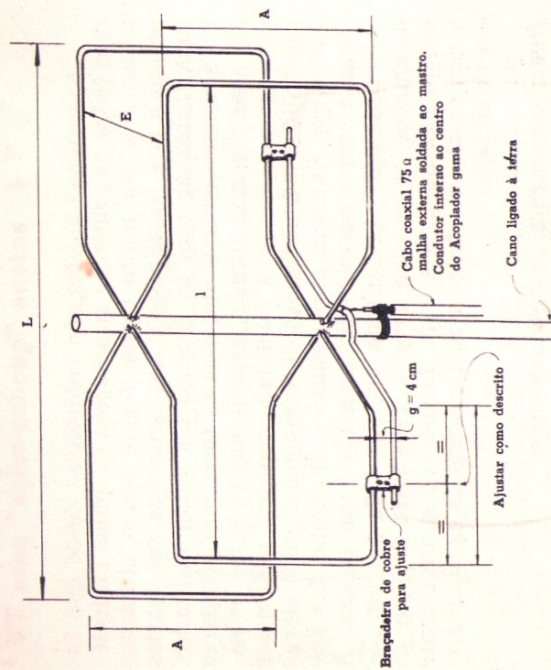


FIG. 7-8 — Configuração da antena quadra-suiça com o respectivo acoplador gama.

Comprimento do quadro diretor (em metros)

$$D = 1,09 \times \lambda$$

Lado superior ou inferior do refletor (em metros)

$$L = (R - 2A) / 2$$

Lado superior ou inferior do diretor (em metros)

$$l = (D - 2A) / 2$$

Vamos supor um exemplo prático, tomando por base o canal 9, cuja frequência central é de 189 MHz. Portanto:

$$\lambda = 300 / 189 = 1,58 \text{ m}$$

$$A = 0,278 \times 1,58 = 0,44 \text{ m}$$

$$R = 1,14 \times 1,58 = 1,80 \text{ m}$$

$$D = 1,09 \times 1,58 = 1,71 \text{ m}$$

$$E = 0,102 \times 1,58 = 0,16 \text{ m}$$

$$L = (1,80 - 2 \times 0,44) / 2 = (1,80 - 0,88) / 2 = 0,46 \text{ m}$$

$$l = (1,71 - 2 \times 0,44) / 2 = (1,71 - 0,88) / 2 = 0,415 \text{ m}$$

Construção da quadra-suiça

A antena quadra-suiça poderá ser construída com tubos de alumínio, como é usual em antenas de TV, ou com quaisquer outros materiais adequados. O uso de fio de cobre grosso, n° 8 AWG (4 mm de diâmetro), por exemplo, é conveniente, pois os quadros podem ser diretamente soldados ao mastro de ferro galvanizado.

Uma boa idéia é desenhar a antena em uma tábua de pinho, para facilitar a preparação dos braços que formarão a antena, como vemos na Fig. 7-9. Desta maneira, poderemos medir os comprimentos diretamente no desenho da tábua. A Fig. 7-10 mostra as formas dos elementos, que serão iguais dois a dois.

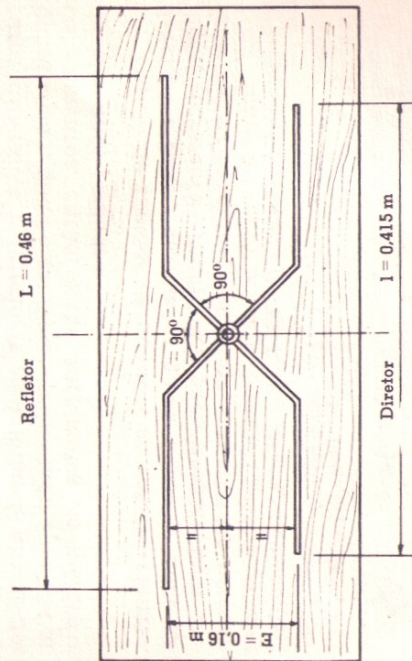


FIG. 7-9 — Para facilitar a preparação dos braços que formarão a antena quadra-suiça, o mais prático é desenhá-los, em tamanho natural, sobre uma tábua de pinho. Na figura estão indicadas as dimensões para a antena do canal 9, conforme calculado no texto.

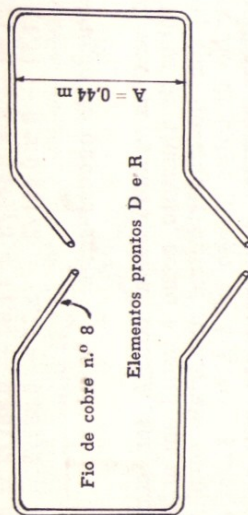


FIG. 7-10 — Depois de convenientemente preparado, cada par de elementos ficará com o aspecto indicado nesta figura.

Para a soldagem dos elementos ao mastro central, é conveniente fazer no mastro furos de diâmetro igual ao do fio utilizado (no presente caso, 4 mm), sendo 4 orifícios (a 90 graus) na parte superior, e outros quatro, com igual disposição, na parte de baixo, conforme mostra a Fig. 7-11. A distância entre os furos superiores e inferiores será igual à altura dos quadros (A), que no exemplo apresentado é de 0,44 m. Os elementos, então, serão encaixados no mastro e devidamente soldados.

Depois de fixados os quadros ao mastro central, deverá ser feito o acoplador gama duplo — uma solução correta (e econômica) para acoplar uma antena simétrica a uma linha de transmissão assimétrica, como é o caso do cabo coaxial. Este acoplador é feito com o mesmo fio de cobre n.º 8 AWG, paralelo

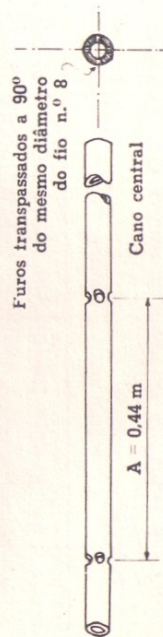


FIG. 7-11 — Para facilitar a soldagem dos elementos ao mastro central, este deverá ser previamente furado conforme indicado neste desenho. A dimensão A é para o canal 9.

a um dos braços do refletor e a um dos braços do refletor, como se vê na Fig. 7-8.

O afastamento (g) entre o fio do acoplador e os elementos da antena deverá ser de 4 centímetros. O condutor central do cabo coaxial será soldado ao centro do acoplador, e a malha externa será soldada ao mastro da antena. Em cada extremo do acoplador gama duplo haverá uma ligação ao elemento correspondente da antena, e como o ponto exato de ligação precisa ser determinado experimentalmente, é mais prático realizar esta ligação através de uma braçadeira deslizante feita de chapa de cobre, como mostra a Fig. 7-8. O método usado para o ajuste da braçadeira será descrito a seguir.

Nos canais altos de TV, quando os elementos da quadra-suíça são relativamente pequenos, a própria braçadeira é capaz de manter o acoplador rigorosamente a 4 centímetros daqueles elementos, ao longo de todo o seu comprimento. Entretanto, nas antenas para os canais baixos devem ser usados espaçadores de um bom material isolante com essa mesma finalidade.

Ajustes

Para o ajuste do acoplador gama, o seu comprimento deverá ultrapassar o centro do refletor e do diretor. Evidentemente, só poderão ser encontradas as posições ideais das braçadeiras se puder ser empregado um método de ajuste que utilize algum equipamento de medição apropriado, como um medidor de intensidade de campo. Mas na falta deste equipamento, também poderão ser conseguidos bons resultados se, com o televisor ligado e sintonizado no canal respectivo, a antena for orientada para a captação do máximo sinal e as braçadeiras forem sendo progressivamente deslocadas das extremidades para o centro do acoplador, até que seja obtido o

ganho substancial (cerca de 10 dB) e do seu peso e volume reduzidos. Será fácil de realizar sobre um «boom» em madeira ou em matéria plástica com fio de 30/10 de milímetro ou tubo do mesmo diâmetro ou com um diâmetro muito semelhante. A linha ajustável do reflector permite regular este elemento para o comprimento pretendido a fim de obter o melhor ganho (figura 264).

A antena «Swiss-Quad»

A antena «Swiss-Quad» que propomos é o resultado de um longo estudo prático, realizado por um amador suíço, o Sr. Baumgartner, HB9CV, de Berna, que nos concedeu o privilégio de realizar uma descrição detalhada para ser apresentada aos amadores de língua francesa. Acrescentemos porém que esta antena é protegida por um registo, o que não exclui evidentemente a realização por um amador para seu uso pessoal.

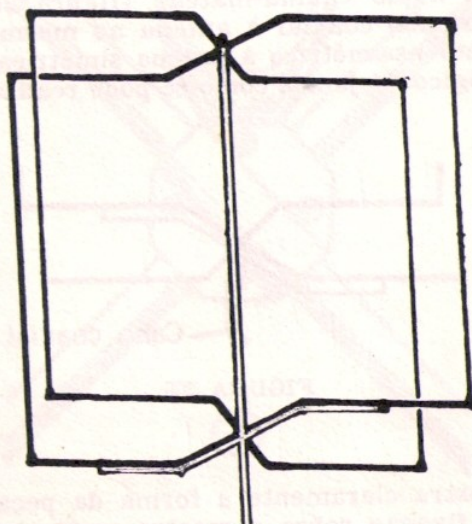


FIGURA 265

Esta antena é composta por dois quadrados paralelos de um quarto de onda de lado e espaçados de um décimo de comprimento de onda no máximo. São dobrados no centro da sua parte horizontal a 45°, o que permite fixá-los no mesmo ponto central e pôr de parte esse famoso suporte em cruz, de grande envergadura, que até hoje fez recuar tantos amadores no entanto bastante interessados na antena Quad (figura 265). Temos assim uma antena, inteiramente metálica e cuja armadura está inteiramente à massa; a fixação directa ao mastro-suporte efectua-se em dois pontos de potencial HF nulo. Observa-se igualmente que os quadros são constituídos por tubo leve para as partes horizontais e por fio para os lados verticais, o que dá um conjunto leve mas de boa rigidez mecânica. Os dois quadros são alimentados, como veremos mais adiante, e um, que mede aproximadamente 5 % menos, constitui o director, enquanto o outro actua como reflector. A proximidade dos dois quadros paralelos e o seu comprimento crítico produzem a relação de fase necessária para a produção de uma radiação numa direcção privilegiada. A potência concentrada

Estamos portanto perante uma excelente antena, leve, sólida (os enastões foram realizados num período de alguns anos), compacta e cuja construção «tudo à massa» elimina os problemas de isolamento. As suas capacidades em DX são notáveis.

Naturalmente, pode-se extrapolar as suas dimensões para todas as frequências e a construção de uma «Swiss-Quad» em tubo de cobre para as VHF, beneficiando das características já citadas, torna-se bastante atractiva.

QUADRO XXIII

Banda de trabalho (frequência central)	Comprimento de onda correspondente	Altura total da antena	Comprimento total horizontal do reflector	Comprimento total do director	Espaçamento (0,1 λ)
10 m (28,5 MHz)	10,52 m	3,11 m	3,20 m	3,02 m	1,05 m ou 0,78 m
15 m (21,2 MHz)	14,14 m	4,10 m	4,30 m	3,90 m	1,40 m
20 m (14,150 MHz)	21,20 m	6,14 m	6,44 m	5,83 m	2,10 m

Nota: Por comprimento total horizontal do director ou do reflector entende-se a distância de uma ponta a outra, sem ter em conta a parte dobrada para o bloco de montagem e de fixação ao mastro. Estes valores estão correctos para um ataque do gama pelo cabo através de uma capacidade de 100 pF.

Uma antena de 14 MHz de elementos encurtados

Esta antena tem como particularidade essencial a utilização dos elementos geometricamente encurtados, o que a torna muito compacta e com um volume total reduzido. Não voltaremos a falar do meio utilizado para reduzir o comprimento dos fios para uma carga central.

As indutâncias são realizadas em fio de 20/10 esmaltado, afastamento 1 mm entre as espiras, sobre um mandril de «Lucoflex» ou de poliestireno de 19 mm entrando por fricção forte na primeira secção do tubo de durálmínio utilizado. Para uma maior leveza preferiu-se realizar fios emissores em tubos telescópicos: a última secção é ajustável e o seu comprimento deduz-se das figuras apresentadas. Esta disposição dá uma perfeita rigidez aos fios continuando a permitir uma grande facilidade de regulação por simples compressão ou alargamento. Com a ajuda do «grid-dip», realizam-se os ajustamentos da seguinte maneira: o radiador é sintonizado para o centro da banda (14,2 MHz), o reflector para 13,6 MHz e o director para 14,8 MHz. Depois disto é bom voltar ao radiador para ter a certeza de que a sua frequência de ressonância

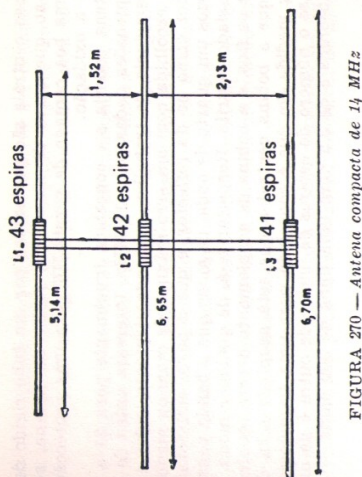


FIGURA 270 — Antena compacta de 14 MHz

não se modificou. A sintonia final far-se-á, com o emissor ligado, utilizando um medidor de campo para o máximo de radiação à frente e o último retoque será executado sobre o radiador.

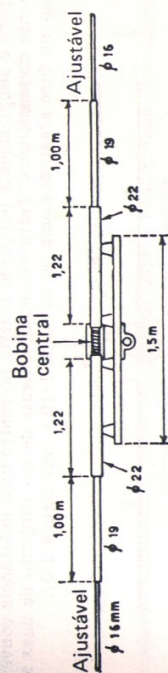


FIGURA 271 — Disposição adoptada para cada elemento

Esta antena pode ser atacada por uma linha de ondas progressivas, portanto de qualquer comprimento. Para um cabo de 52 ohms a bobina de acoplamento L comporta 5 espiras como se mostra na figura 272. Com um cabo de 75 ohms L = 6 espiras e para uma linha de 300 ohms, L = 12 espiras.

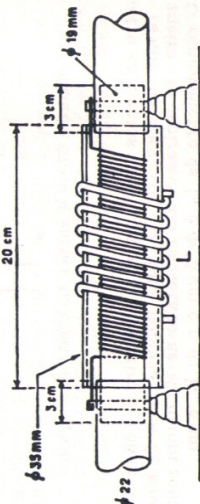


FIGURA 272 — Detalhe da carga central dos elementos e do dispositivo de acoplamento ao centro do radiador

do lobo principal é vizinha de 95 % da potência total radiada, o que é perfeitamente notável. A dobra das partes horizontais assim como a presença do mastro têm uma influência não negligenciável sobre o diagrama de radiação.

Como toda a antena é alimentada, a potência reparte-se igualmente pelos dois elementos e a resistência de radiação, dado o fraco espaçamento ligeiramente inferior a metade do de um quadro resonante isolado (30 a 40 Ω).

A banda passante é muito conveniente em cada banda e, se bem que a reactância aumenta de uma maneira relativamente rápida quando nos afastamos da ressonância, o diagrama de radiação não é afectado para afastamentos até 9 % da frequência central. A ressonância da antena completa, medida no ponto de chegada do cabo de alimentação, é a média da frequência de sintonização dos dois quadros considerados isoladamente e a reactância capacitiva do director é exactamente compensada pela indutância do reflector.

A diferença de comprimento dos perímetros de cada quadrado foi fixada a cerca de 5 % depois de numerosas medições. Se se diminui este valor, aumentam os lobos secundários; se, pelo contrário, é aumentado, o lobo principal alarga-se, o que diminui o ganho à frente. A alimentação dos dois elementos faz-se muito simplesmente por um duplo «gama-match» (figura 266), que permite uma adaptação perfeita do cabo coaxial à antena ao mesmo tempo que assegura a passagem do «feeder» assimétrico à antena simétrica. Tudo isto é portanto perfeitamente são e lógico. Vejamos como se pode realizar na prática a antena.

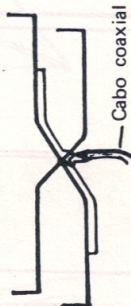


FIGURA 266

A figura 267 mostra claramente a forma da peça que permite a montagem dos tubos e a fixação sobre o mastro vertical que serve de suporte rotativo à antena. Trata-se de um bloco octogonal de alumínio com dois apoios semi-circulares em cruz, destinados a receberem os tubos horizontais. Uma peça em U ou, na falta dela, duas bracedeiras em metal forte fixam firmemente os tubos. Estes tubos com um diâmetro de 20 mm são em «Duralinox» deitado e duro (20 x 18). São formados de tal maneira que as extremidades dobradas fiquem exactamente paralelas com um espaçamento de eixo a eixo que varia conforme a banda de trabalho (um décimo de comprimento de onda). Resulta daqui que estes quatro tubos, antes de serem moldados, devem medir no mínimo, para:

- 20 m: 3,40 m (espaçamento 2,10 m)
- 15 m: 2,40 m (espaçamento 1,40 m)
- 10 m: 1,90 m (espaçamento 1,05 m)

O trabalho de moldagem faz-se facilmente, numa oficina, mas pode ser realizado sem material especial. Basta tapar uma das extremidades, encher o tubo de areia, fechá-lo na outra extremidade e dobrá-lo no local desejado apoiando contra um corpo duro de forma conveniente. Evitam-se assim as

deformações do tubo ou a sua quebra. Certas ligas particularmente duras devem ser aquecidas previamente com o ferro de soldar mas sem cometer quaisquer excessos, que amoleceriam demasiadamente o metal e introduziam nele deficiências impossíveis de corrigir.

Estes tubos serão então completados e prolongados por tubos deslizantes de diâmetro inferior. Esta disposição permite ajustar o comprimento de maneira rigorosa. Se o tubo interior penetra exageradamente, basta limar um pouco a extremidade do tubo exterior e muni-lo de uma braga deiteira regulável que permitirá depois bloqueá-lo definitivamente e dará um contacto correcto entre as duas superfícies.

As extremidades destes tubos deslizantes cujo comprimento é, mais uma vez, função da frequência de trabalho, são terminados por um ângulo recto

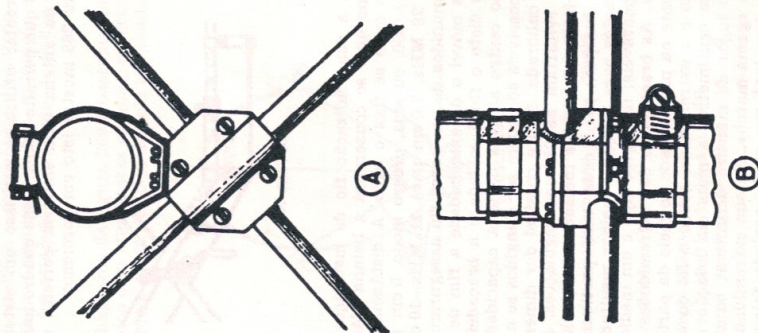


FIGURA 267

ou um terminal de soldagem, de modelo forte, a fim de receber os quatro condutores laterais que são constituídos por fio de 15 a 20/10 mm.

As dimensões dos dois quadros existentes nas antenas correctamente ajustadas e calibradas são indicadas no quadro que se segue. Correspondem a um perímetro total de $1,188 \lambda$ para o reflector e $1,12 \lambda$ para o director e isto para um espaçamento entre quadros de $0,1 \lambda$.

Na prática, os elementos verticais são iguais e é o comprimento dos fios horizontais que difere. Este comprimento é aliás ajustável, como se viu, movimentando as partes telescópicas, o que permite obter a ressonância de cada quadro e a relação de radiação à frente-atrás mais favorável. Mas o comprimento (igual) das partes em fio pode ser modificado fazendo escorregar ao longo do mastro a peça de suporte inferior.

A impedância de cada quadro é notavelmente diferente da dos cabos coaxiais de uso corrente; utiliza-se por isso um sistema de adaptação em «gamma-match» duplo que permite atacar cada quadro nas condições mais favoráveis, conservando na antena uma simetria perfeita apesar de um ataque dissimétrico. A figura 268 mostra isto em pormenor.

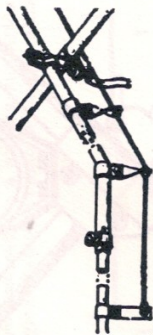


FIGURA 268

Utiliza-se para a sua realização fio de instalações eléctricas, tipo TH, de 15 a 20/10 mm, no qual se conservará a bainha plástica salvo nas extremidades e no centro onde se fixa o cabo. A distância óptima não é crítica; um bom valor será $\lambda/200$, ou seja, *grossa modo*, 5 cm para uma antena destinada à banda dos 28 MHz, 7,5 cm para 21 MHz, 10 cm para 14 MHz, etc. Suportes metálicos munidos de um passa-fio asseguram uma perfeita rigidez do fio, sendo apenas móvel o da extremidade a fim de permitir a calibração e adaptação. Depois disto o fio é soldado e a braçadeira bloqueada. O cabo será então fixado no centro através de uma capacidade variável de 100 pF.

Os resultados possíveis só podem ser atingidos se a antena estiver perfeitamente regulada e calibrada. Não é possível dar dimensões rigorosas até ao milímetro, as quais evitariam as últimas regulações. Sem dúvida que uma antena construída com as dimensões indicadas funciona correctamente à primeira, mas haverá sempre, para cada caso particular, a necessidade de melhorar os acabamentos para atingir o melhor resultado. É necessário dispor de duas coisas indispensáveis: um «grid-dip» e um medidor de potência reflectida (ROE-mímetro). As braçadeiras das extremidades do «gamma-match» são fixadas arbitrariamente na proximidade do meio da parte rectilínea compreendida entre o cotovelo e a extremidade, sendo o fio do «gamma-match» cortado com cerca de quinze centímetros a mais em relação ao necessário: o cabo é então colocado no lugar de maneira definitiva: bainha à massa, condutor central ao centro do «gamma-match». Na sua extremidade livre, o cabo coaxial é fechado sobre um terminal que será acoplado folgadoamente à bobina do «grid-dip» que vamos agora utilizar. Não nos devemos admirar da existência de diversas ressonâncias nítidas num sistema antena-cabo. São produzidas pelo

cabo. A que nos interessa e que é produzida pela antena é muito mais discreta porque é amortecida (resistência de radiação). Desacoplar-se-á, tanto quanto possível, para identificar correctamente a frequência central que poderá ser avaliada com rigor no receptor. Se esta frequência estiver muito afastada do centro da banda, será necessário modificar, num sentido ou no outro, a dimensão dos quadros. Pode-se então jogar com o comprimento dos tubos fazendo-os deslizar um dentro do outro alguns centímetros, a mais ou a menos, ou então deslocar a peça de montagem central inferior para o cimo modificando o comprimento dos fios que constituem os lados verticais. Quando se consegue o resultado pretendido, faltará apenas procurar, utilizando o medidor e um emissor de fraca potência, no entanto em relação com a que o aparelho exige para um desvio total no sentido directo, o mínimo de potência reflectida deslocando o ponto de fixação das braçadeiras terminais do «gamma-match». Esta última operação modifica a ressonância da antena, sendo portanto necessário voltar a regulá-la. Considerar-se-á a calibração satisfatória quando a ressonância desejada foi atingida e a relação de ondas estacionárias se situa a cerca de $1,2/1$.

Resultados: O diagrama da figura 269 é bastante interessante; com efeito, os números conseguidos com uma destas antenas, montada sobre o tecto de um edifício de três andares a cerca de 15 m do solo são muito esclarecedores:

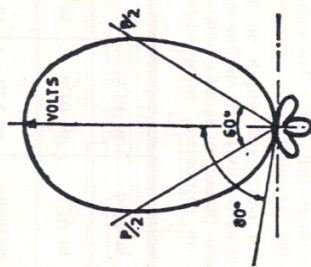


FIGURA 269

Ganho de potência relativamente a um dipolo a curta distância: 6 a 7,9 dB.
Ganho em potência relativamente a um dipolo a grande distância: 12 a 14 dB.

Relação à frente-atrás:

A curta distância (15 km), 15 dB.

A média distância (1000 km), 10 a 12 dB.

A grande distância (mais de 3000 km), 18 a 24 dB.

Atenuação lateral:

Ângulo de abertura para uma diminuição de potência para metade = 60°.