

# MANUAL DE ANTENAS

MÁRIO KEITERIS - PY2 MXK  
RADIOAMADOR VETERANO

# PARA O RADIOAMADOR



MÁRIO KEITERIS - PY2 M X K  
RADIOAMADOR VETERANO

MANUAL DE  
ANTENAS PARA  
O  
RADIOAMADOR

BRASIL

2.000

**MÁRIO KEITERIS - PY2 M X K  
RADIOAMADOR VETERANO**

**10º**

**MANUAL DE  
ANTENAS PARA  
O  
RADIOAMADOR**

**CAPA : M. KEITERIS**

**FOTO : Vista parcial do Parque das antenas das estações de  
PY2 MOK - Léo e PY2 MXK - Mário**

**e-mail = [py2mxk@radioamador.net](mailto:py2mxk@radioamador.net)**

**Reservados os direitos de reprodução e adaptação**

**Copyright By - 2.000 - Mário Keiteris - São Paulo**

**BRASIL**

# OUTRAS OBRAS DO ESCRITOR MÁRIO KEITERIS PY2 M X K

## APOSTILAS PARA CURSOS DE RADIOAMADOR:

1º- INSTRUÇÃO 02/90..... 1.993

2º- LEGISLAÇÃO DO RADIOAMADOR

LEI FEDERAL Nº 91.836/85. .... 1.993

3º- QUESTÕES DE RADIOELETRICIDADE .. 1.993

5º- RESPOSTAS ÀS QUESTÕES

DE RADIOELETRICIDADE.....1.994

ESTES COM OS DIREITOS AUTORAIS DOADOS PARA A LABRE/SP.  
LIGA BRASILEIRA DE RADIOAMADORES

6º- CURSO DE RADIOTELEGRAFIA ..... 1.996

ESTE COM OS DIREITOS AUTORAIS DOADOS PARA A L. P. R.  
LIGA PAULISTA DE RADIOAMADORES

7º- ÉTICA, TÉCNICA E LEGISLAÇÃO ..... 1.996

ESTE COM OS DIREITOS AUTORAIS DOADOS PARA O  
MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES  
DELEGACIA REGIONAL EM SÃO PAULO - MINICOM

9º- PROPAGACIJS FENOMENAI

IONOSFEROS ITAKA ..... 1.999

ESCRITO NO IDIOMA LITHUANO  
ESTE COM OS DIREITOS AUTORAIS DOADOS PARA A  
LIETUVOS RADIJO MĒGĒIJU DRAUGIA  
LITHUANIAN AMATEUR RADIO SOCIETY

## LIVROS DE CUNHO RADIOAMADORISTICO :

4º- MANUAL DO PX.....1.993

8º- RADIOAMADORISMO :

HOBBY? OU CIÊNCIA! ..... 1.997

10º- MANUAL DE ANTENAS

PARA O RADIOAMADOR..... 2.000

Três são as razões por que alguém publica um livro:  
A primeira corre por conta da vaidade;  
A segunda se prende ao suposto lucro;  
A terceira cifra-se na satisfação própria.

A primeira é a mais forte, incorpora graves consequências : faz o mundo abarrotar-se de muita inutilidade escrita que melhor fôra ficasse, apenas incubada no cérebro.

A segunda é a mais ingênua das ilusões, pelo menos aqui no Brasil.

A terceira é honesta, não deixa de ser uma fórmula de vaidade, mas é uma vaidade... modesta, comedida.

**A VIDA** é um curso obrigatório de filosofia em que somos, a um só tempo, alunos e professores.

Diariamente reconhecemos enganos e faltas em que incidimos e aí já somos professores.

Voltamos a iludir-nos e a errar e isso nos mostra que ainda somos discípulos.

Quando a carga de contrariedades, desenganos, decepções e "surpresas", preparadas pelos nossos confrades de gênero humano, já nos ensinou o suficiente para não mais sermos alunos; quando nos tornamos professores catedráticos e achamo-nos capacitados, que pena! o curso é fechado sumariamente é o fim.

**Para a Neuza minha cristal e dedicada  
companheira de todas as horas e para  
meu cristalóide Leonas, mais um  
motivo para construir-mos um  
mundo melhor**

# PREFÁCIO

A finalidade do autor desta obra é oferecer em um só volume uma demonstração teórica bem simples sobre antenas, para aquelas pessoas que querem se dedicar mais a parte prática da radiocomunicação amadora.

O termo rádio é muito amplo no sentido da palavra, abrangendo também a televisão, radar, sonar e diversos outros aparatos baseados nos mesmos princípios técnicos.

Neste livro o autor ocupa-se única e especialmente aos aspectos relacionados com a prática do radioamadorismo e o modo de se escolher um tipo apropriado de antena, sua instalação e dimensões adequadas para uma aplicação prática e determinada, expondo com grande simplicidade as resoluções "acadêmicas", para os métodos de cálculos da resistência de irradiação de uma antena.

A obra esta dedicada em principio e especialmente a todos os radioamadores iniciantes que se interessam pelas respostas dos métodos e como chegar a essas respostas, porém sabe-se que em muitos casos contar com uma certa familiaridade ou compreensão do método, facilita notavelmente a avaliação a exploração e solução do problema.

Certamente o leitor terá a ocasião de comprovar de que o autor tem procurado expressar o conteúdo desta obra em base de aproximações e razões físicas, porém com desenvolvimento aritmético rigoroso.

Para a sua compreensão não são necessário mais do que poucos e rudimentares conhecimentos sobre a teoria de circuitos elétricos e de certo ponto com os aspectos técnicos elementares sobre radiocomunicação.

O autor preparou esta obra precisamente com a intenção de que resulte-se de grande valia e utilidade para um vasto número de leitores iniciantes no radioamadorismo.

Assim mesmo devemos observar que não obstante o método de discussão qualitativo optado pelo autor nesta sua apresentação e como todos os dados contidos nesta sua obra são igualmente de grande utilidade para os radioamadores mesmo com maior experiência e para as demais pessoas que venham se recorrer dela em busca de informações.

Ao contrário, se o autor tivesse baseado esta sua apresentação em desenvolvimentos matemáticos e regras empíricas como por exemplo :

Os cálculos necessários como pré-requisitos, em ensaios práticos, não estariam em condições de assimilar com rapidez o conteúdo deste livro.

Esta obra não trata de guias de onda e de outras técnicas empregadas exclusivamente acima dos 1.000 MHz., pois o autor considera que as técnicas e aplicações de microondas são suficientemente distintas, e na realidade não se exige de um radioamador iniciante, é um setor distinto e algo mais avançado do que as empregadas nesta obra, o autor dedicou mais atenção a teoria ordinária das antenas.

**Leonas Keiteris - PY2 M O K**  
advogado em telecomunicações  
e  
técnico em eletrônica

---

## PRÓLOGO

Estou certo e de acordo de que existe literatura especializada na qual se pode ter conhecimentos de telecomunicações muito mais avançadas, porém a meu juízo parece que todos aqueles que querem aprender, para serem operadores do Serviço de Radioamador, encontrarão aqui uma pequena ajuda.

Espero que este singelo **Manual de Antenas para o Radioamador** sirva para todos os entusiastas, principalmente aos radioamadores que estão iniciando neste mister, com o objetivo de aprender os primeiros passos deste nosso hobby, ao adquirir algum conhecimento prático, para ai sim, poderem aprofundarem-se em outras matérias superiores e mais avançadas, sobre esses maravilhosos aparelhos que são capazes de irradiar e receber ondas eletromagnéticas, com aqueles elementos que são chamados de antenas.

Tratei de abordar o assunto com uma linguagem que não fosse profundamente técnica, nem profundamente científica ao elaborar este Manual de Antenas, para poder ser o mais simples e explicito possível, considerando que o assunto abordado é altamente técnico e bastante complicado, esforcei-me ao máximo para poder explicar alguns conceitos que inclui neste manual, ademais, sem nenhuma experiência pedagógica tratei de resumir em simples cálculos aritméticos algumas formulas complicadas de matemática superior.

Incluo neste manual alguns conceitos sobre antenas e algumas fórmulas simples e práticas, também esta incluído neste manual um disquete com programas sobre antenas para aqueles que possuem seu computador pessoal.

Espero que esta pequena colaboração ajude a muitos radioamadores iniciantes e integrantes deste nosso maravilhoso hobby, que é a radiocomunicação.

Se conseguir, terei alcançado o meu propósito.

grato  
O AUTOR  
**MÁRIO KEITERIS**

## **SABIAS QUE AS ANTENAS**

### **SÃO CENTENÁRIAS ?**

Entre 1.886 à 1.889, um professor alemão da Universidade de **Karlsruhe** de nome **Heinrich Rudolf Hertz**, fez muitos experimentos nestes três anos e ao final conseguiu construir a primeira antena chamada de dipolo para transmissão das ondas eletromagnéticas.

Já estamos anotando mais de um século (111 anos), a existência das antenas para comunicações, quando completou 100 anos, a data passou despercebida pela grande maioria da população mundial, sem muito alarde, sem festas e sem pompas, apesar da antena ser um dos elementos indispensáveis nas telecomunicações contemporaneamente, é de grande valia e utilíssimo para todas as pessoas do mundo, estando permanentemente diante dos olhos de todos no seu dia a dia, no seu rádio portátil, no rádio do seu automóvel, no seu telefone sem fio, no seu celular, na sua televisão etc..

São as antenas, um dos elementos mais

característicos dos sistemas de comunicações, porque não dizer, os mais visíveis e facilmente identificáveis.

Ao termos uma visão panorâmica por sobre os telhados das casas residenciais ou dos edifícios em condomínio, tanto os comerciais ou os residenciais, os tetos dos automóveis, os mastros das embarcações, ou nas fuselagens dos aviões, ao abrirmos qualquer receptor de rádio portátil, ou nos telefones celulares ou nos receptores de televisão e muitos outros, porque a lista é enorme dos equipamentos que se utilizam das antenas e são utilizados por toda a humanidade, equipamentos onde sempre encontraremos os tipos básicos de antenas como por exemplo : antenas verticais telescópicas, refletores parabólicos, dipolos ou espiras bobinadas sobre núcleos magnéticos.

Curiosamente, todas estas antenas, que estão conectadas nos mais modernos e complexos sistemas de comunicações, tem sua origem nos primeiros experimentos de geração e propagação das ondas eletromagnéticas realizadas por Hertz entre os anos de 1.886 à 1.889.

**O que tem acontecido nestes últimos cem anos de vida destas antenas para que elas ainda continuem gozando de tão boa saúde?**

Hertz era professor na Universidade de **Karlsruhe** e em novembro de 1.886, com a idade de 29 anos, iniciou alguns experimentos para validar as teorias de **James Clark Maxwell**, escocês, físico e professor em **Cambridge**, que imortalizou-se por seus estudos sobre o magnetismo e eletricidade, quem a vinte e dois anos antes havia demonstrado o caracter ondulatório da propagação eletromagnética.

Com um profundo conhecimento dos aspectos teóricos e um impecável planejamento básico, aliado a um conjunto de métodos e medidas para a execução experimental, finalmente em um frutífero período de três anos, Hertz conseguiu provar a validade das equações de Maxwell e abrir as portas par a par, para as comunicações radioelétricas.

Obteve imediatamente amplo reconhecimento dos cientistas internacionais, deixando de herança para a humanidade seu excelente trabalho de pesquisas sobre as ondas eletromagnéticas e encontramos também a criação das antenas tipo dipolo, os refletores e as bobinas espiraladas.

Desgraçadamente, veio a falecer no dia 01 de janeiro de 1.894, com trinta e seis anos de idade.

Não chegou a presenciar a exploração comercial feita por Marconi, dos seus aparelhos e descobrimentos na área das ondas eletromagnéticas.

Praticamente foi ato contínuo, após o seu falecimento, que Marconi conseguiu os apontamentos e apoderou-se dos aparelhos de Hertz, com os quais no ano de 1.896 conseguia uma patente destes mesmos aparelhos na Inglaterra, como de sua "invenção".

Se Hertz contemplasse nossa civilização atual, não lhe seriam estranhas as nossas antenas e compreenderia perfeitamente o uso que estamos fazendo das antenas em que ele concebeu a mais de cem anos atrás, pois é oportuno recordar agora que a sua morte prematura também já completou um século.

O que tem acontecido nestes últimos cem anos de vida destas antenas, para que elas ainda continuem gozando de tão boa saúde?

Pois existem várias coisas dignas de menção :

A primeira delas é que são antenas simples em sua concepção é como acontece e ocorre sempre com os bons produtos da engenharia, pois são perfeitamente adaptados a um grande numero de aplicações nos mais diversos ramos de atividade;

A segunda é que são facilmente construídas a baixo custo;

A terceira e por último, a grande velocidade em que estão ocorrendo as modificações na área eletrônica, podemos dizer sem medo de errar, que é de uma maneira desenfreada e vertiginosa, mas com toda essa técnica moderna e disponível não é possível de maneira nenhuma miniaturizar uma antena, o máximo que consegue-se ao reduzir seu tamanho físico é aumentar a frequência de trabalho.

Para cada sistema de comunicação existe a necessidade de se calcular as suas medidas e desenhar uma antena específica para cada uso, normalmente todas as antenas sempre estarão baseados nos tipos básicos, estes tipos são imprescindíveis e imutáveis.

Se bem que em termos gerais, as formas não tem sofrido modificações substanciais, temos avançado vertiginosamente em relação ao rendimento das antenas com as necessidades e especificações de cada sistema de comunicação.

Comento por exemplo : a maioria das antenas de comunicações e de difusão da televisão por satélite, como a que esta equipado o BrasilSat, são refletores de alta eficiência, com sua superfície desenhada para otimizar esse ganho, dotados de alimentadores que permitem fazer uma cobertura com este sinal praticamente ao contorno de um pais, como no nosso caso o Brasil.

Podemos dizer que tanto as antenas de recepção de

TV, como as de transmissão terrena ou na transmissão por satélites, aliados aos equipamentos eletrônicos de recepção por seus baixíssimos custos, tem permitido a instalação destes receptores em um grande numero de residências no mundo todo, com isso criando uma oferta muito grande de programas nacionais e internacionais, irmanando os povos do nosso planeta.

Finalmente, os equipamentos portáteis desde os mais simples como um receptor de rádio, até um avançadissimo e complexo equipamento de telefonia celular, possuem uma antena integrada, normalmente uma vareta, em alguns casos estão bem visíveis, em outros intencionalmente ocultos.

Este grande feito acabou de completar um século de existência, sendo que, todos esses tipos de antenas básicas idealizadas por Hertz, não foram relegadas ao esquecimento pela humanidade, não viraram trastes velhos e imprestáveis, como também não viraram peças raras de museu com textos e fotos da época e em contrapartida, ainda fala-se muito sobre a genial intuição experimental de Hertz, sobre o acerto que teve em considerar estas formas imutáveis ao passar dos tempos.

# AS ANTENAS

## TEORIA BÁSICA DAS ANTENAS

### O QUE VEM A SER UMA ANTENA?

A definição formal de uma antena é ser um dispositivo que serve para transmitir e captar ondas de rádio.

Converte a onda guiada pela linha de transmissão (o cabo coaxial é o guia de ondas), em ondas eletromagnéticas que se podem transmitir para o espaço livre.

Podemos também denomina-la de engenhoca que

transforma uma corrente elétrica alternada em ondas eletromagnéticas.

Ainda poderíamos defini-la como um sistema de condutores que irradia e intercepta ondas eletromagnéticas.

Na realidade uma antena é um dispositivo de material condutor, na qual, ao aplicar-se um sinal, esta o irradia para o espaço livre e vice-versa.

As antenas devem estar dotadas da possibilidade de irradiar a onda eletromagnética em uma única direção, é como dizer, devem irradiar em uma única direção e atenuar ou anular todas as demais direções.

Isto é necessário já que somente nos interessa irradiar um sinal de rádio em apenas uma direção de preferência.

Isto podemos explicar com um exemplo :

Portanto vamos falar das antenas instaladas nos satélites artificiais que circundam o nosso planeta, estas antenas acentuam muito a direção no sentido da Terra e anulam quase que completamente as do sentido contrário, posto que, queremos apenas a comunicação com a superfície da Terra e não irradiar os sinais para o espaço cósmico onde não haverá recepção dos mesmos.

As antenas também devem adotar uma polarização da onda irradiada.

A polarização de uma onda é a figura geométrica descrita, ao transcorrer o tempo, pelo extremo do Vetor do campo elétrico em um ponto fixo no espaço e em plano perpendicular a da direção da propagação.

Para todas as ondas, essa figura é elíptica, porém existem dois casos particulares de interesse, são quando a figura traçada é um seguimento, denominando-se de

polarização linear, e quando a figura traçada é um círculo, denominando-se de polarização circular.

Uma onda esta polarizada circularmente ou elipticamente a direita, se um observador visse essa onda distanciando-se à veria girar o campo no sentido dos ponteiros de um relógio.

Logicamente se visse girar em sentido contrário, seria uma onda polarizada circularmente ou elipticamate a esquerda.

## TIPOS E POSSIBILIDADES DAS ANTENAS

Sempre que falamos em antenas nos vem a mente a onda, sendo que, o mundo esta imerso em ondas.

Ondas por toda parte.

Nós ouvimos porque as ondas de som se propagam pelo ar, fazendo vibrar o delicado mecanismo dentro do nosso ouvido (seria uma espécie de antena).

Quando vemos algo, nossos olhos estão captando ondas luminosas refletidas pela superficie do objeto (seria uma espécie de antena).

Mas o que é uma onda?

Por mais incrível que pareça, essa pergunta tem várias respostas.

Fundamentalmente, a existência das ondas deve-se ao amor que a natureza tem pelo equilíbrio estável; quando um sistema em equilíbrio é levemente perturbado, ele tenderá naturalmente a voltar à condição de equilíbrio.

A superficie de um lago, ou uma banheira cheia d'água, por exemplo : permanece intacta a menos que algum estímulo externo perturbe esse equilíbrio.

Rapidamente, ondas concêntricas se propagam a

partir do ponto de contato, e a energia extra depositada ali é então dissipada; e o sistema volta ao equilíbrio da natureza.

Portanto podemos dizer sem medo de errar que as ondas são uma propagação organizada de um desequilíbrio na natureza.

Para esta primeira parte da teoria básica, dividiremos as antenas em dois grandes tipos, dependendo de sua forma de irradiação das ondas eletromagnéticas e que as chamaremos de

### ANTENAS OMNIDIRECIONAIS ANTENAS DIRECIONAIS

As antenas omnidirecionais são aquelas que irradiam um campo em todo seu contorno.

As antenas direcionais são aquelas com as quais é possível dirigir seu campo de irradiação numa única direção, para um ou mais lugares de forma instantânea dependendo dos conceitos dos cálculos e formas de construção.

Por redundância vale dizer que uma antena vertical é por natureza geralmente omnidirecional e a antena horizontal do tipo de duas arestas é em geral direcional ou diretiva.

É uma grande realidade a existência de inúmeros e variados e diferentes tipos de antenas tais como :

Verticais, plano terra, quadra cúbica, de fio longo (long wire), yagi, dipolos, dipolos dobrados, double, de período logarítmico (log periodics), colineares, doble zepelim, parabólicas, rômbricas, etc..

Neste Manual trataremos de forma inicial a antena que entre todas é a mais primitiva e elementar, que é a

antena dipolo de meia onda ou antena dipolo de Hertz, que muitos radioamadores já a construíram e sobre a antena Yagi do tipo direcional (assim chamada em honra ao seu inventor um professor japonês de nome Yagi).

Estas simples antenas dipolo geralmente são construídas com fios de cobre, veremos mais adiante que é possível agregar mais elementos (sintonizados ou desintonizados), com os quais vão-se formando antenas direcionais de boa banda passante, com grande eficiência na transmissão e recepção das ondas eletromagnéticas, que são a base dos contatos entre os radioamadores.

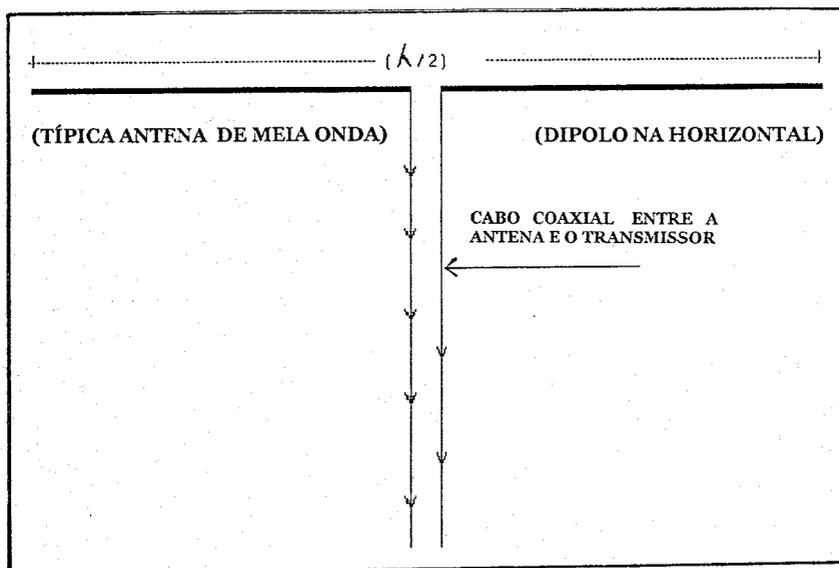


Figura 01

A típica antena de meia onda na polarização horizontal é sem dúvida nenhuma a antena mais popular entre os radioamadores.

Na figura nº 1, mostra-se um típico dipolo de meia onda em sua forma mais básica, amplamente e em geral é usado pelos radioamadores nas bandas de quarenta e oitenta metros, com a quais é possível efetuar excelentes contatos apesar de ter um ganho unitário.

O dipolo desta figura esta na forma horizontal.

Para terminar esta introdução da teoria das antenas diremos que um certo professor e Físico alemão de nome **Heinrich Rudolf Hertz**, a mais de cem anos atras idealizava e construía a primeira antena de rádio lá pelo ano de 1.886, quando fazia experimentos de

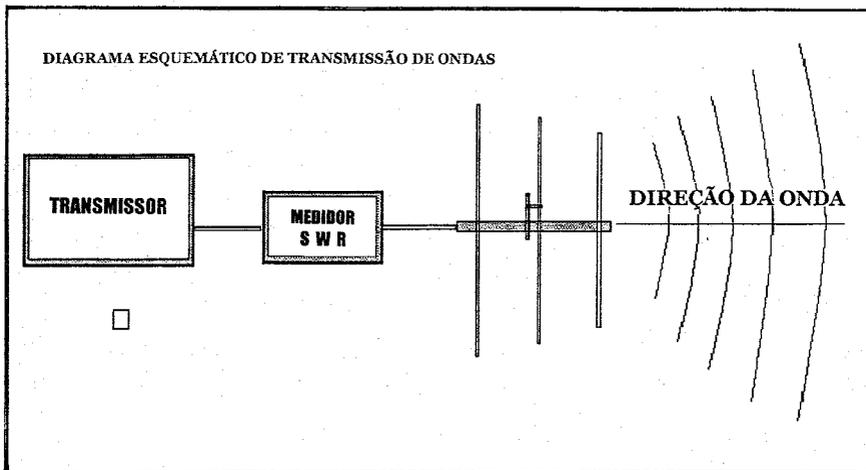


figura 02

Diagrama esquemático da transmissão de ondas

comunicações a distância, aumentando desta forma substancial, os precários conhecimentos que se tinham

das antenas naquela época e suas utilidades.

Na atualidade as antenas utilizadas para transmissão e recepção de ondas eletromagnéticas diferenciam-se muito daquela precária antena fabricada por Hertz, porém sua teoria e princípios básicos seguem sendo os mesmos daquela época até os dias de hoje.

A figura nº 2, nos mostra o conceito da transmissão da onda efetuada por um transmissor, seguindo por uma linha de transmissão até a antena e esta se encarrega de irradiar as ondas eletromagnéticas ao espaço.

Ao observarmos as antenas de TV, que nos são mais familiares, percebemos que elas são constituídas por um grupo de condutores, barras, tubos, fios e outros elementos.

Portanto, observando estas antenas de TV, notamos que as dimensões e disposições dos tubos de alumínio não são obras do acaso, mas resultados dos cálculos feitos pelo projetista desta antena.

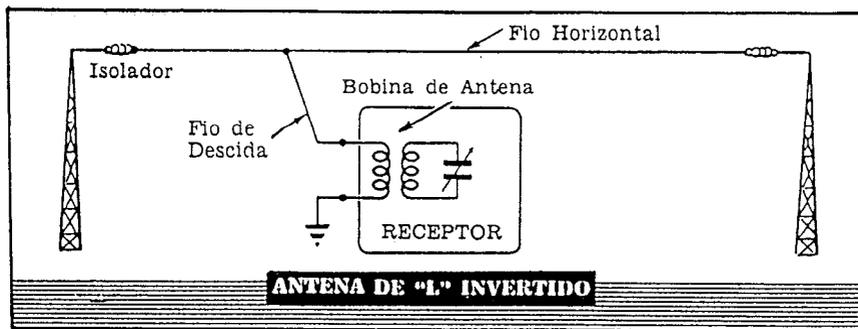


figura 03  
Antena de "L" invertido

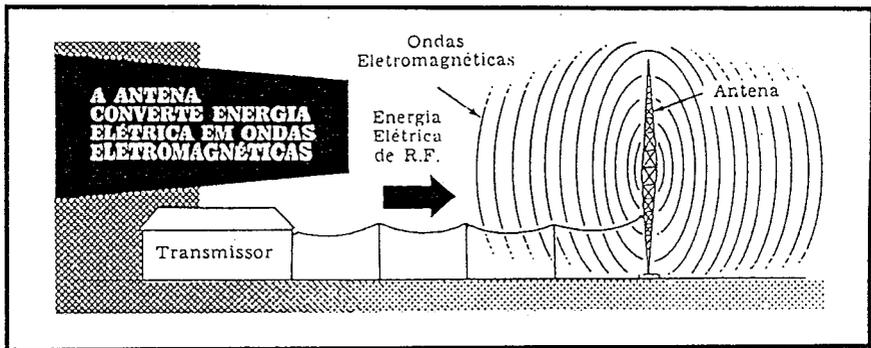
Uma das antenas mais simples e de uso mais comum para a rádio recepção é a em "L" invertido.

A antena é constituída de um fio suspenso horizontalmente entre dois isoladores.

Deve ter de 15 a 20 metros de comprimento para recepção em ondas medias e de 6 a 12 metros para recepção em frequências altas, a antena deve ficar a mais ou menos 15 metros de altura.

"O fio de descida" é usado como linha de transmissão entre a antena e o receptor e não entra no cálculo da antena.

Antes de uma análise mais profunda, convém passarmos em breve revista a missão de uma antena nos sistemas receptores de rádio, bem como as influências externas que sofrem as ondas eletromagnéticas, desde que são transmitidas até serem interceptadas ou desvanecidas.



**figura 04**

**A conversão da energia elétrica em ondas eletromagnéticas**

Temos também que levar em conta que as antenas não conseguem distinguir as ondas eletromagnéticas das perturbações causadas por descargas estáticas na atmosfera, os raios, que causam ruídos característicos nos receptores de rádio e dificultam a recepção.

Estas interferências são pronunciadas nas frequências baixas e em função da própria propagação mais nociva a noite do que durante o dia, a noite estas interferências vem de uma área muito maior, pois a reflexão ocorre de uma altura mais elevada, devido a

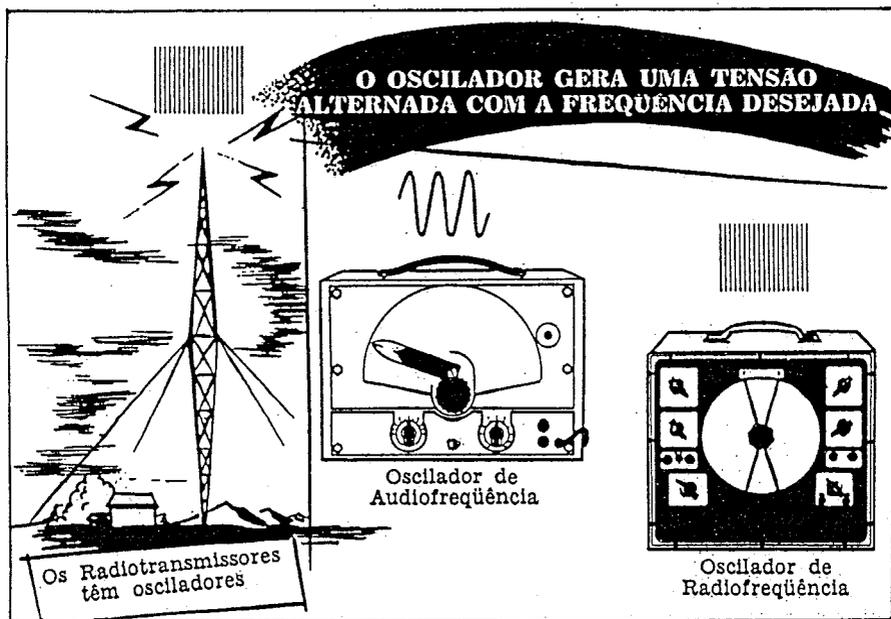


figura 05  
Compondo uma onda eletromagnética

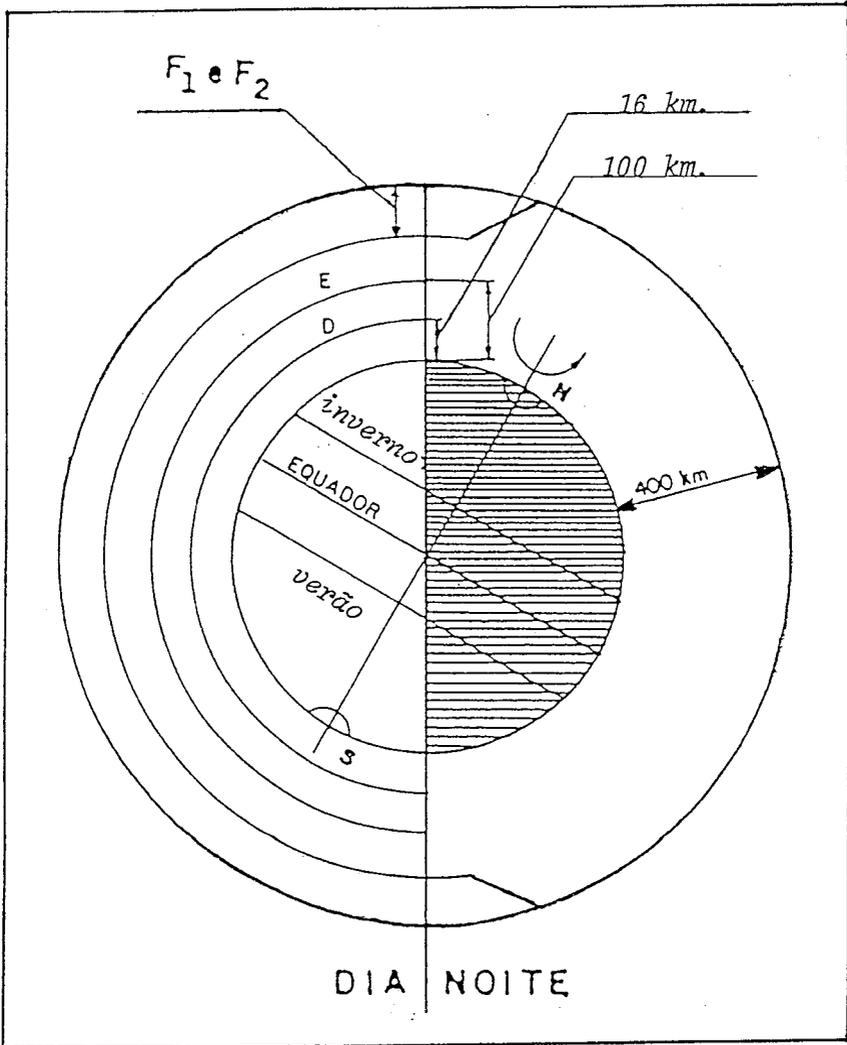


figura 06

A ionização das camadas altas durante o dia e a noite

junção das camadas F1 e F2 e a perda das camadas E e D.

Incluam-se os ruídos elétricos, sistemas de ignição, lâmpadas fluorescentes, linhas de alta-tensão, centelhas elétricas ou reator eletrônico para lâmpada fluorescente na vizinhança das antenas de recepção.

Este tipo de ruído é mais pronunciado nas frequências de HF. (ondas curtas), mais elevadas.

A tendência da natureza é caminhar para uma distribuição igual de energia, em vez de parcelas organizadas.

É o princípio da entropia bem conhecida em termodinâmica.

Sendo este um setor da Física, função pela qual se apreciam as variações de calor, necessárias para que um corpo possa efetuar, de modo reversível, transformações elementares.

A informação é, pois, o oposto da entropia, a chamada negentropia.

Ao eliminados nos equipamentos e sistemas unitários os geradores de ruído, percebemos que finalmente atingimos um limite, aí temos, o ruído térmico, o ruído em cascata, o ruído equivalente, o ruído multiplicativo, o ruído psomérico e o ruído aditivo.

Ao transmitirmos um sinal de potência  $S$  ( $S$  igual a sinal útil), é impossível evitar totalmente que surjam ruídos ou sinais de potência  $N$ . ( $N$  igual a sinal "noise"), ou ( $R$  sinal ruído, para nós brasileiros).

Em todas as circunstâncias imagináveis em que há transmissão de uma informação, um dos requisitos principais consiste na obtenção de uma relação sinal/ruído aceitável ( $S/R$ ).

Uma antena não direcional pode captar sinais de diversas direções e transferi-los a um receptor, porém

enquanto recebe um sinal desejado de uma direção, recolhe também ruído indesejável de todas as outras direções.

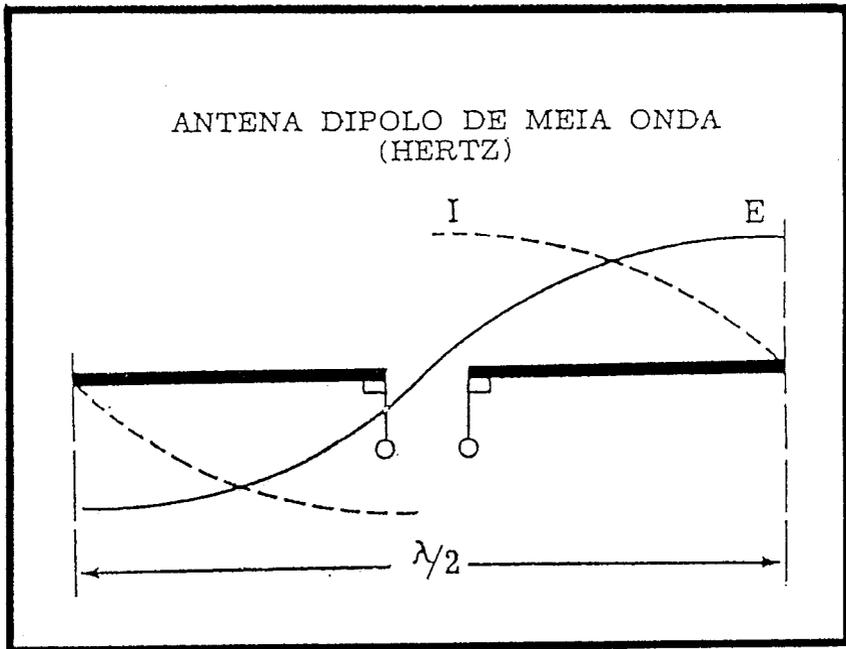


figura 07  
Antena básica

A antena direcional, ao contrário, obtém o ganho de uma direção à custa de uma redução de captação de todas as outras direções.

Como dessas outras direções só viria mesmo ruído, obtemos um ganho suplementar grátis.

Por este motivo a antena direcional aumenta a

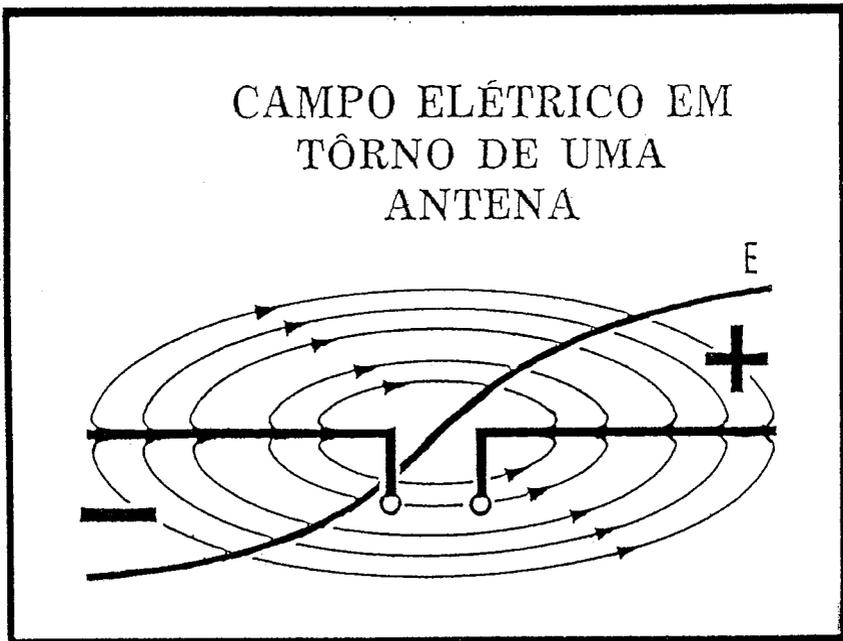


figura 08

Além deste campo elétrico, há também um campo magnético gerado pela corrente da antena

relação sinal/ruído (S/R), de duas maneiras :

- 1º Eleva o nível do sinal;
- 2º Reduz o nível de ruído.

Isto pôr seletividade direcional.

Porém a antena é um dispositivo inteiramente passivo, incapaz de amplificar o sinal recebido.

As antenas de ganho direcional, compõem-se de uma série de antenas mais elementares, geralmente dipolos de meia onda, defasados de forma a que seus ganhos individuais se somem essencialmente numa direção, cancelando reciprocamente em todas as outras direções.

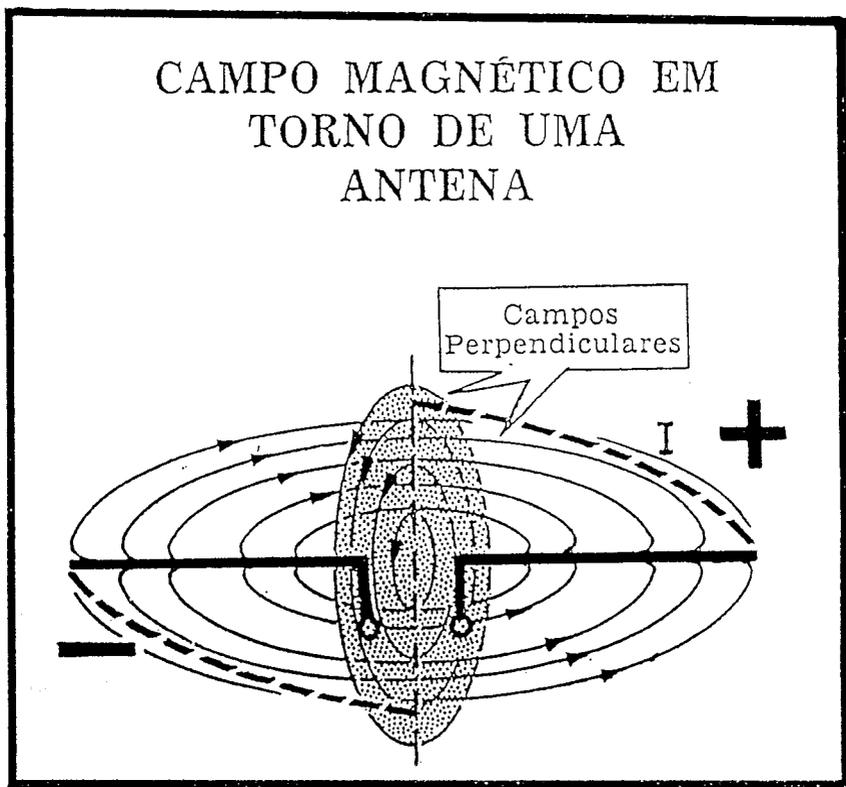


figura 09

O plano deste campo magnético é perpendicular à direção da corrente e, portanto, à antena

Toda antena é regida pôr princípios elétricos bastantes rígidos de forma a exigir e obrigar uma precisão nos cálculos e montagem, para que se obtenha bons resultados de funcionamento, principalmente quando começamos a abranger espectros acima do HF..

Chamaremos de onda eletromagnética, a energia entregue à linha de transmissão.

A energia que sai do transmissor, percorre a linha de transmissão e quando esta linha termina e se abre abruptamente em 90 graus, ai irradia a onda eletromagnética

Esta onda eletromagnética tem a propriedade peculiar de se propagar através do espaço sem auxilio de fios.

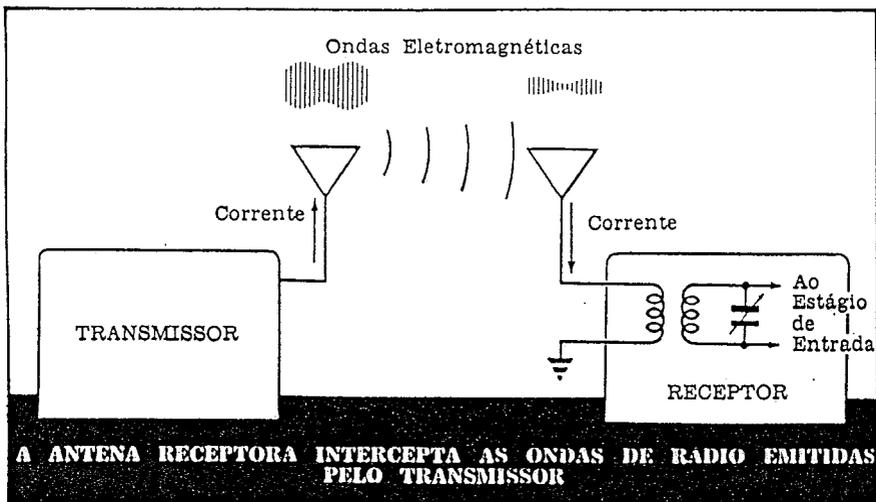


figura 10

A irradiação e recepção das ondas eletromagnéticas

A antena é um dos elementos do sistema irradiante e não passa de um condutor elétrico aberto em 90 graus, com exceção feita a antena vertical, pois é constituída por um único condutor perpendicular.

As antenas, sem exceção, funcionam seguindo o mesmo princípio, que é o seguinte :

- 1 A antena transfere energia de um circuito para o espaço e vice-versa.
- 2 A corrente elétrica alternada cria o campo eletromagnético que, ao deixar a antena, se propaga pelo espaço como onda eletromagnética.

Vamos ver como funciona o campo eletromagnético :

1 Sabemos que, sempre que há uma diferença de potencial entre dois pontos, estabelece-se um campo elétrico entre ambos.

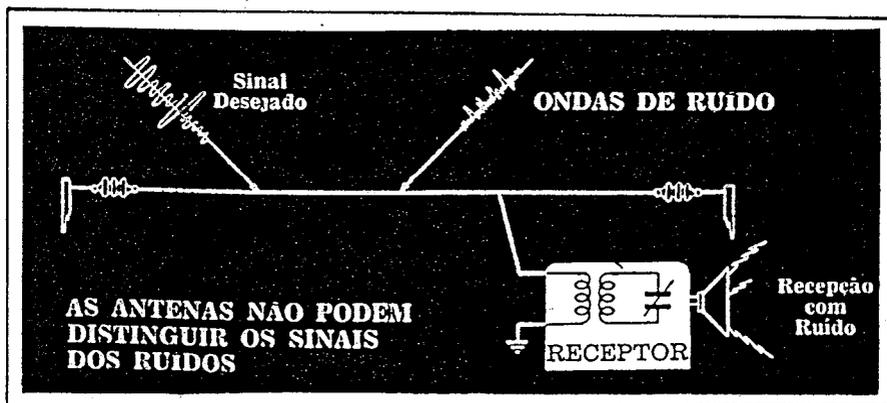


figura 11

Costuma-se comparar o sinal desejado captado pela antena com o ruído

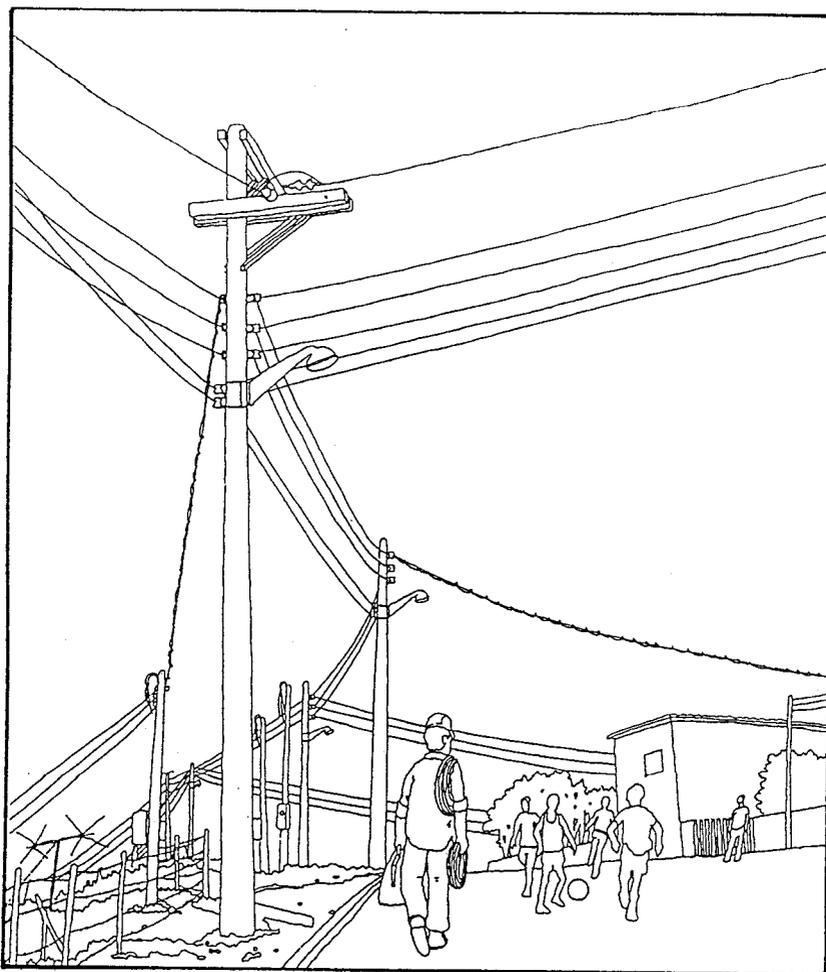


figura 12

Uma típica distribuição de energia elétrica domiciliar é uma das grandes fontes de ruídos produzido pelo homem

2 Da mesma forma a diferença de potencial entre os fios da antena gera um campo elétrico.

Existe também um campo magnético gerado pela corrente na antena, o campo magnético é perpendicular a direção da corrente e a antena.

O campo elétrico e magnético são assim perpendiculares.

Em torno de uma antena, o campo elétrico e o magnético se alternam, crescendo e atingindo o valor máximo, para que em seguida se extinguem e novamente em sentido oposto voltarem a crescer, sempre na mesma frequência da corrente circulante na antena.

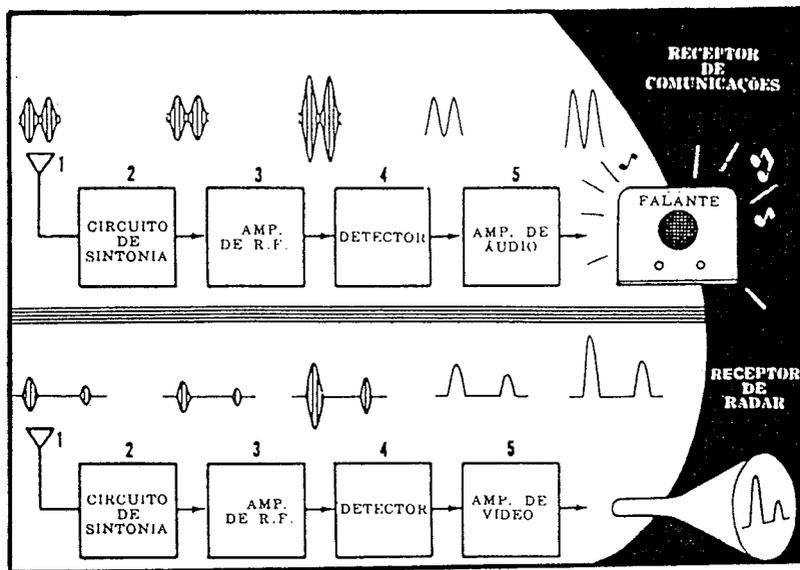


figura 13

Em rádio e em radar, os sinais recebidos são ondas portadoras eletromagnéticas emitidas por um transmissor

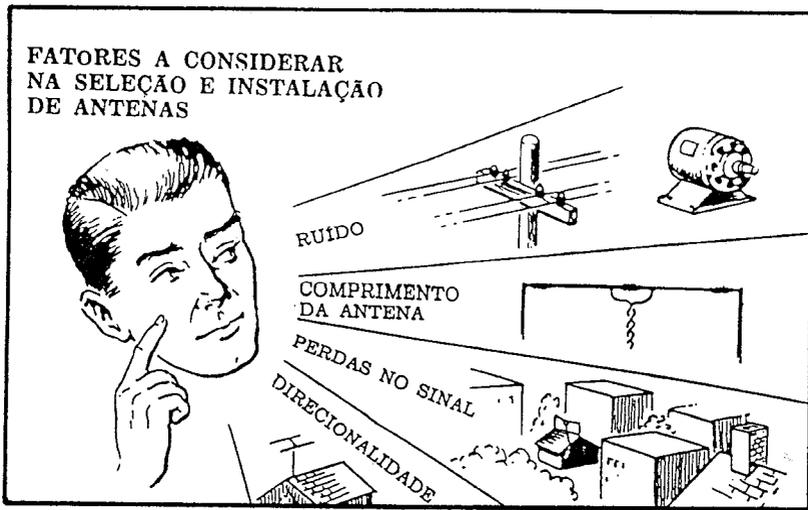


figura 14

Considerações sobre a seleção e a instalação de uma antena

Este processo de crescimento e colapso, dá origem as ondas eletromagnéticas que propagando-se através do espaço, conduzem a informação transmitida aos receptores distantes do transmissor.

A função específica da antena receptora é a de interceptar sinais irradiados pela antena de um transmissor, e os entregar ao receptor por meio da linha de transmissão, ou cabo de descida.

As ondas eletromagnéticas ao cortarem a antena induzem tensões microvólticas e estas produzem correntes que são amplificadas pelos receptores.

Ao instalarmos uma antena devemos considerar sempre os seguintes fatores :

- 1º A direcionalidade;**
- 2º A resposta da frequência;**
- 3º A perda de sinal e**
- 4º O ruído.**

**1º** Todas as antenas apresentam o efeito direcional, e recebem sinal de uma direção melhor do que de outras, exceção feita a antena vertical, pois é constituída por um único condutor perpendicular.

**2º** A resposta de frequência relaciona-se com o comprimento da antena, que em uma determinada frequência é induzido na antena um sinal máximo, se ela tiver meia onda, ou um quarto de onda do comprimento do sinal a ser recebido.

**3º** Grandes estruturas de alvenaria, grandes objetos de metal e árvores, absorvem as ondas eletromagnéticas, provocando perda de sinal. Se a antena estiver frouxa e balançante com o vento, causa o desvanecimento do sinal.

**4º** O ruído compreende-se de muitas frequências produzidas artificialmente pelo próprio homem, ou por perturbações naturais.

Os aparelhos que facilitam e oferecem "mordomias" a vida humana, principalmente os elétricos, produzem ruído indesejável.

A antena não distingue os sinais desejáveis dos ruídos indesejáveis.

Costuma-se comparar o sinal interceptado pela antena com o ruído.

Esta comparação é conhecida como relação sinal/ruído.

Uma boa antena deve induzir no receptor o

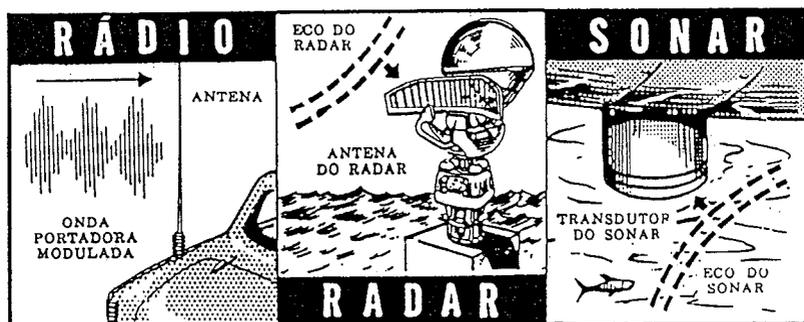


figura 15

As funções que um receptor deve desempenhar são muito semelhantes em equipamentos de rádio, radar, sonar

máximo de sinal desejável e o mínimo de ruído indesejável.

Devemos construí-la de modo que o sinal, interceptado não se perca, ou se dissipe antes de atingir o estágio de entrada do receptor.

Normalmente a antena é projetada para apresentar as características acima citadas e a mesma antena é usada com o transmissor e o receptor, usando-se uma chave ou relê incorporado no equipamento.

Como já foi visto para que uma comunicação por ondas eletromagnéticas de rádio ocorra satisfatoriamente, são necessários vários requisitos a saber :

- 1º - Relação sinal/ruído suficiente;
- 2º - Faixa de frequência propagada uniforme e suficiente;
- 3º - Constância dos itens anteriores por tempo suficiente.

O sinal recebido deve ser maior que o ruído, o suficiente para uma relação que permita uma boa recepção. Para se ter uma idéia do que é necessário, indico a tabela abaixo baseada nas normas internacionais vigentes :

RELAÇÃO SINAL/RUÍDO PARA VÁRIOS SERVIÇOS EM dB			
TELEFONIA - MODULAÇÃO EM	AM	-	0 dB
TELEFONIA - MODULAÇÃO EM	SSB	-	8 dB
RADIODIFUSÃO		+	26 dB
TELEGRAFIA MANUAL		-	17 dB
TELEGRAFIA AUTOMÁTICA		-	11 dB
TELEGRAFIA MODULADA		-	15 dB
TELEGRAFIA F S K		-	10 dB
TELETIPO 1 CANAL		-	18 dB
TELETIPO 2 CANAIS		-	10 dB
TELETIPO	AM	-	0 dB
TELETIPO	FM	-	6 dB

As maiores antenas transmissoras de que temos conhecimento, são as linhas das redes que conduzem as correntes elétricas C. A. de 60 Hz da rede elétrica.

Os fios das linhas da energia elétrica agem como antenas transmissoras, embora não foram projetadas para esta finalidade, a energia sempre tende a ser irradiada cada vez que a conduzimos através de um cabo que se estenda em comprimento (antena transmissora).

Outra antena que não foi projetada como receptora e comporta-se como tal é o corpo humano, pois, tocando-se no terminal de um osciloscópio, vê-se de imediato na tela do aparelho uma senoide, que é

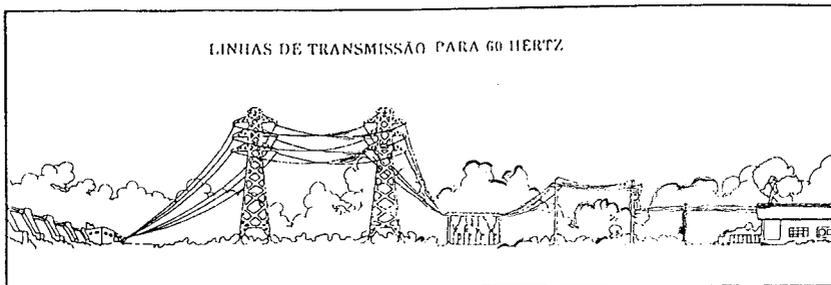


figura 16

Linhas de transmissão desde o gerador até o consumidor

a forma osciloscópica da onda de Corrente Alternada de 60 Hz., evidentemente provém da irradiação dos fios da linha de transmissão e distribuição de energia elétrica domiciliar, interceptada através do corpo humano (antena receptora).

E realmente acontece, o corpo humano intercepta as ondas eletromagnéticas da C. A. de 60 Hz., que são irradiadas pelos fios da rede que conduz energia elétrica domiciliar.

Por falar em corrente elétrica da C. A. de 60 Hz., vamos aproveitar a oportunidade para explicar seu funcionamento.

Quando compreendermos este funcionamento mais simples haverá a compreensão sobre as antenas transmissoras e receptoras, pois a corrente elétrica é o começo, meio e fim, de uma onda eletromagnética.

Suponhamos hipoteticamente que uma usina geradora de energia elétrica, instalada na Cidade de Recife (Pernambuco), acionando sua turbina e iniciando sua

ação geradora de energia elétrica, no ponto de tensão zero da senoíde, depois de percorrido meio ciclo ( $1/120$  de segundo), o ponto de tensão zero terá percorrido uma distância que pode ser determinada pelo produto da velocidade da onda pela duração de meio ciclo. Esta distância corresponderá a cerca de 2.500 km. ( $300.000 \times 1/120$ ), os elétrons (corrente elétrica), terão percorrido aproximadamente a distância entre a Cidade de Recife (PE), e a Cidade de São Paulo (SP), espaço que corresponde a cerca de 2.500 Km. de distância. Os elétrons, continuando na sua corrida fantástica



figura 17  
Oscilograma de uma senoíde da energia elétrica captada pelo corpo humano

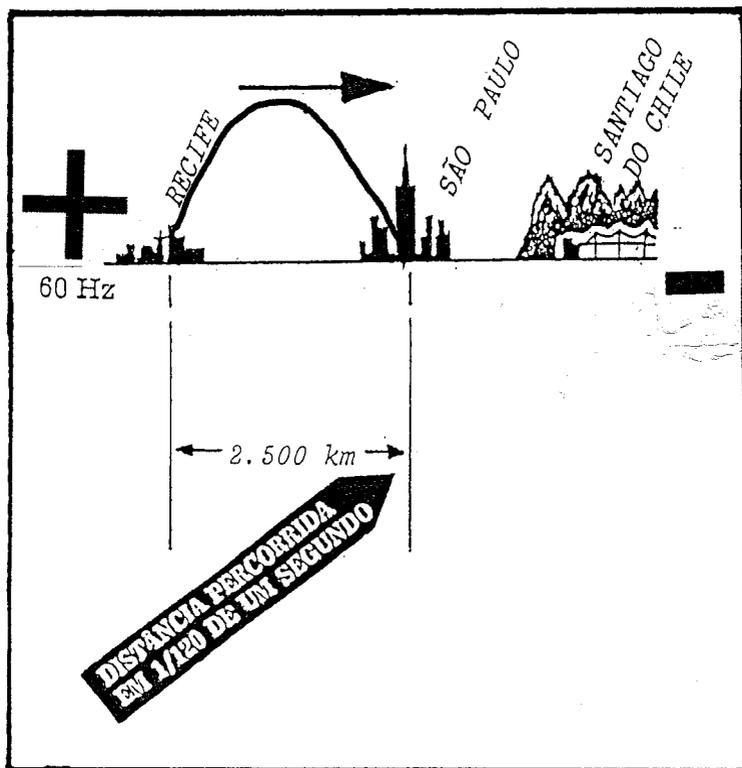


figura 18

Meio ciclo de uma onda da energia elétrica de C.A. de 60 Hz.

para percorrer o outro meio ciclo ( $1/60$  de segundo), onde o ponto de tensão zero da senóide terá percorrido uma distância de 5.000 km. ( $300.000 \times 1/60$ ), ou seja, mais ou menos a distância aproximada entre a Cidade de Recife (PE), e Cidade de Santiago, Capital do Chile, que a grosso modo é esta a distância.

O comprimento de onda da energia elétrica de Corrente Alternada de 60 Hz., é de 5.000 Kilometros e oscila 60 vezes por segundo, melhor explicando : o ponto de tensão zero da senóide percorre a distância entre Recife/Santiago do Chile 60 vezes por segundo.

Do mesmo modo, o comprimento de onda de qualquer onda irradiada pode ser determinado

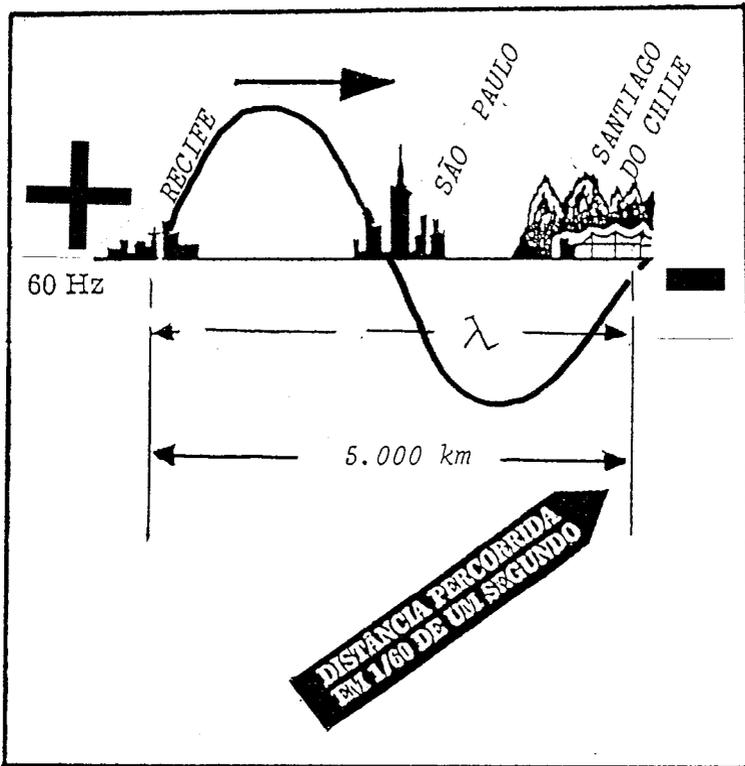


figura 19

Ciclo completo de uma onda da energia elétrica de 60 Hz

multiplicando-se a velocidade constante pela duração de 1 ciclo.

Como a duração de um ciclo é igual a 1 dividindo pela freqüência, o comprimento da onda é igual à velocidade constante dividida pela freqüência,

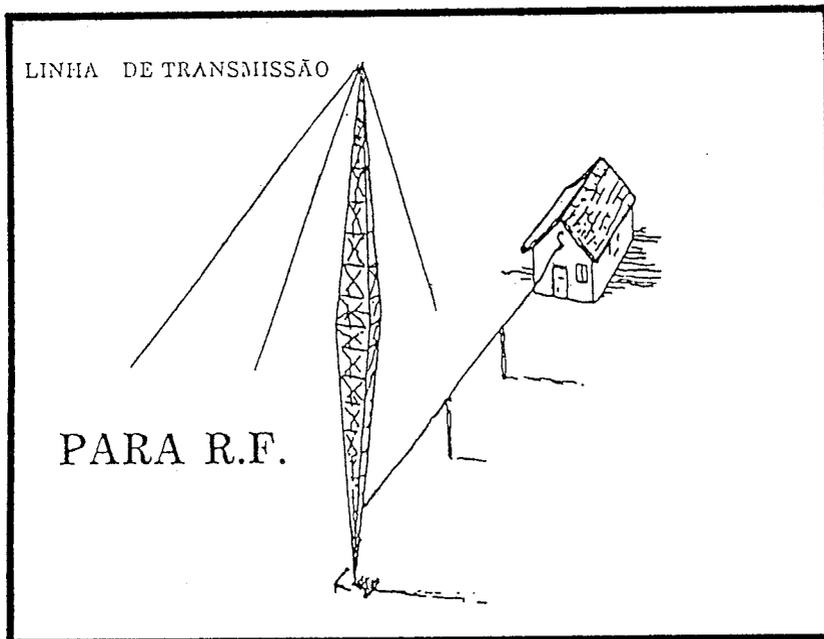


figura 20

A linha de transmissão tem a finalidade de conduzir a energia de R.F., do transmissor para a antena

ou a velocidade é igual à freqüência multiplicada pelo comprimento de onda.

Como a velocidade é constante, quanto maior a freqüência menor o comprimento de onda e vice-versa.

Pôr convenção o símbolo para o comprimento de onda é a letra grega Lambada ( $\lambda$ ).

A finalidade de uma antena transmissora é converter a energia entregue à linha de transmissão em uma onda chamada onda eletromagnética. Esta onda tem a propriedade peculiar de se propagar através do espaço sem o auxílio de fios. Todas as antenas funcionam segundo o mesmo princípio :

A corrente na antena cria um campo eletromagnético que deixa a antena e se propaga sob a forma de uma onda eletromagnética.

As que tem o comprimento de meia onda, apenas meio comprimento da onda de R. F. (Rádio Freqüência), esta presente na antena.

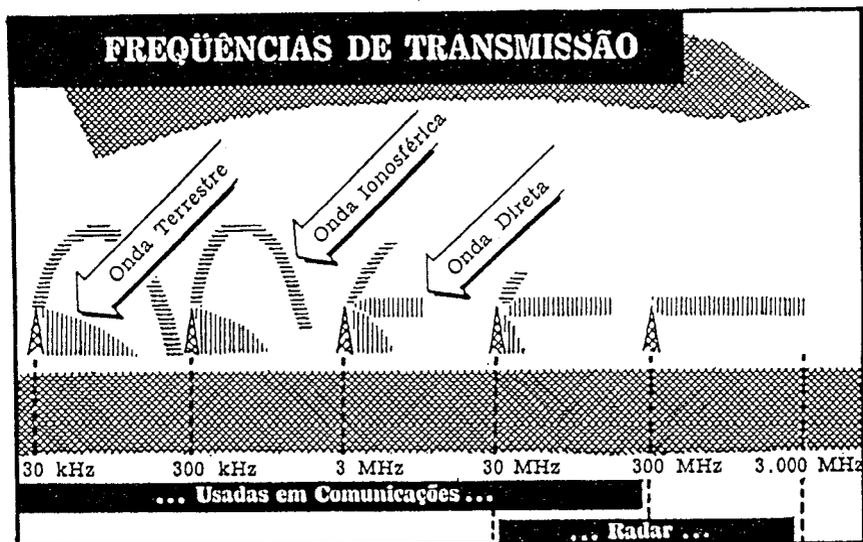


figura 21

Segue-se uma apresentação geral das ondas usadas em transmissão

Do mesmo modo o comprimento de onda de qualquer onda eletromagnética pode ser determinado, bem como o exato local irradiante, esteja, onde quer que esteja o transmissor.

Já um receptor super-heteródino pode ser localizado pela função do estágio amplificador de R. F., da seguinte forma :

A primeira função do estágio amplificador de R. F., é a melhorar a relação sinal/ruído.

A segunda função do estágio amplificador de R. F., relaciona-se com a irradiação produzida pelo estágio oscilador.

Não se deve esquecer que este oscilador é um transmissor de baixa potência.

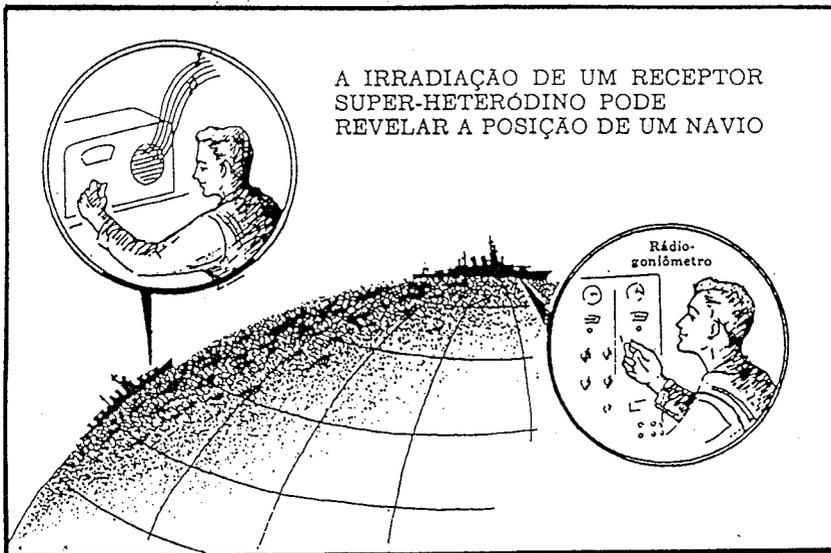


figura 22

Um receptor super-heterondino revela seu exato local

A antena irradia parte da energia do oscilador, este sinal pode provocar interferência em receptores próximos e também servir para localizar um receptor superheterodino.

A onda eletromagnética tem o comprimento que está relacionado com a velocidade de propagação e sua frequência de oscilação.

As velocidades de propagação das ondas eletromagnéticas empregadas na rádio comunicação, são suficientes para dar sete (7), vezes a volta ao globo terrestre em cada segundo.

É sabido que a energia eletromagnética se propaga a velocidade da luz, que é aproximadamente 300.000 quilômetros por segundo.

Assim, dependendo do número de oscilações por segundo, o comprimento da onda varia.

A formula matemática que determina o comprimento de onda é  $300.000 / F$  Mhz..

Como a duração de um ciclo é igual a 1 dividido pela frequência, o comprimento de onda é igual à velocidade constante dividida pela frequência, ou a

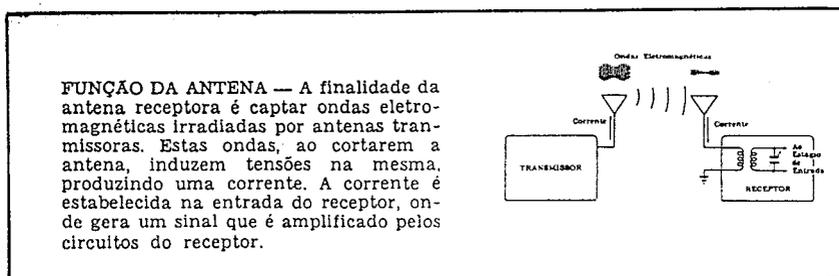


figura 23  
Função da antena

velocidade é igual a frequência multiplicado pelo comprimento de onda.

Como a velocidade é constante, quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda e vice-versa.

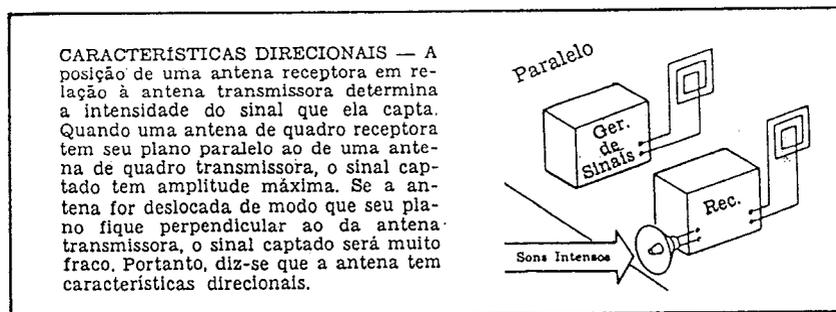
Como observamos, a onda da energia elétrica de C. A., de 60 Hz., oscila 60 vezes por segundo, tem um comprimento de onda de 5.000 km, por este prisma, a onda eletromagnética na faixa de radioamador de 7 Mhz., (40 metros), oscilando 7 milhões de vezes por segundo, deve ter um comprimento de 42,85 metros.

Como podemos ver, quanto maior a frequência, menor o comprimento de onda.

O campo magnético pode propagar-se com suas linhas de força dispostas em dois sentidos:

**no horizontal, ou  
na vertical.**

Esta posição das linhas de força chama-se



**figura 24**  
**Características direcionais**

polarização de onda e toma como referencia o solo.

Portanto podemos determinar a polarização da onda magnética, através do posicionamento da antena em relação ao solo.

Assim se colocarmos a antena verticalmente disposta, em polarização vertical, obteremos a mesma polarização para a onda que sai dessa antena.

Da mesma forma a antena polarizada horizontalmente, face ao solo, essa antena irradia ondas eletromagnéticas polarizadas na horizontal.

De acordo com a conveniência podemos escolher a polarização de nossa transmissão, exceção para a recepção, onde deveremos respeitar a polarização da estação irradiante, ou dos serviços já padronizados.

Vejamos que, no caso das estações de V.H.F., o padrão geral é adotar a polarização vertical, face as repetidoras possuem as antenas assim dispostas, utilizando antenas verticais multidirecionais.

Porém, já no caso das estações de V.H.F., em transmissão para o receptor de TV., o padrão adotado é a antena no sentido e polarização horizontal, pois as transmissões de TV., são através de antenas com polarização circular, que vem a ser uma irradiação horizontal.

Vemos na figura nº 44 da direita, que representa um diagrama polar de uma antena vertical e mostra a diretividade vertical de uma antena isotrópica hipotética polarizada verticalmente.

Qualquer diretividade vertical própria de uma antena real modificaria este diagrama polar básico.

Nas figuras 43 e 44 somente se vê representados apenas um quarto do quadrante polar, os outros são simétricos.

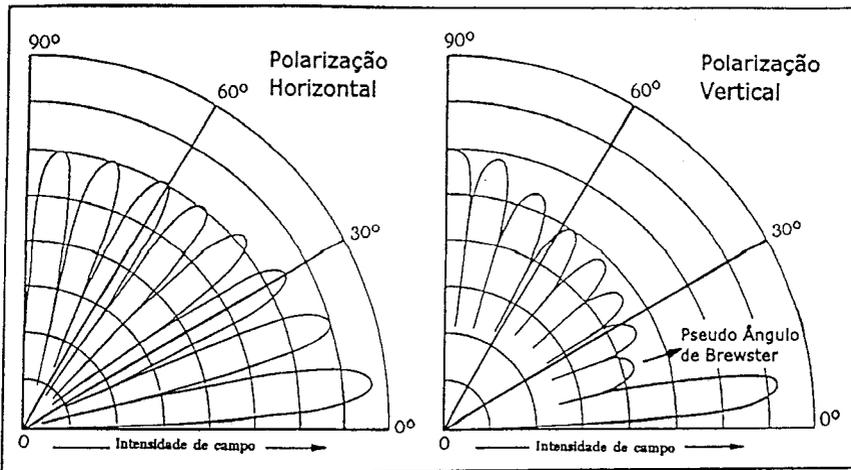


figura 43

figura 44

Diagrama polar de uma antena polarizada na horizontal e na vertical

Comparando-o com o diagrama polar de uma antena isotrópica hipotética horizontalmente polarizada como o da figura nº 43 da esquerda, notamos particularmente a severa irregularidade ou distorção dos lóbulos que correspondem com o Ângulo de Brewster em ótica.

Observa-se também que o ângulo do lóbulo inferior é muito aproximado ao da figura nº 43 da esquerda, porém o lóbulo mais alto da figura nº 44, corresponde a um "zero" na figura nº 43 da esquerda.

Explica-se este fenômeno na antena verticalmente polarizada, em que o ângulo de fase do coeficiente da reflexão muda desde os  $180^\circ$  para um ângulo limite de zero grau, esta mudança ocorre normalmente neste tipo

de antena sem inverter a polaridade ao se refletir na ionosfera.

Na antena horizontalmente polarizada este ângulo de fase permanece substancialmente constante e existe a inversão de polaridade ao se refletir na ionosfera.

Para obtermos o máximo rendimento em termos de captação de sinal, é imprescindível que utilizemos, de preferência, uma antena com o mesmo tipo de polarização utilizada pela estação transmissora.

Ao utilizarmos uma antena com polarização vertical, ao interceptarmos um sinal transmitido de uma estação com antena horizontal, haverá perda na recepção deste sinal, pois este sinal estará fora de fase entre antenas.

As ondas eletromagnéticas irradiadas através de uma antena com polarização vertical vem a ser as únicas que não sofrem o fenômeno de inversão de polaridade ao se refletir na ionosfera.

Sua transmissão de sinal, naturalmente atingirá maiores distâncias, pois as ondas eletromagnéticas irradiadas por este tipo de antena possuem o mais baixo ângulo de irradiação permitido pela natureza.

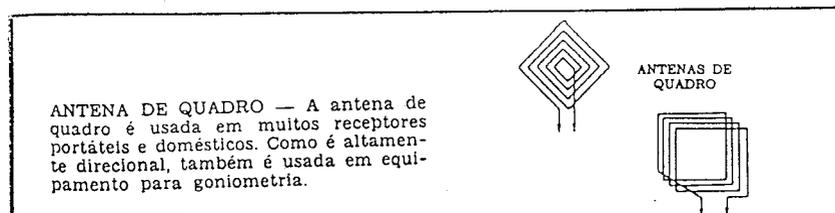


figura 27  
Antenas de quadro

O ângulo de uma antena vertical se mede em um plano vertical, com respeito a uma tangente e a terra neste ponto, e usualmente poderá variar com o ângulo horizontal, com exceção a uma antena vertical simples.

A antena é o vínculo de união entre um equipamento transmissor e um receptor.

É o resultado final da operação do transmissor e é a operação inicial do receptor.

É pela irradiação de energia de R.F., que atravessa o espaço a grandes distâncias, de modo que essa energia possa ser interceptada por equipamentos receptores distantes das informações transmitidas.

Para que se concretize uma transmissão e a sua respectiva recepção de sinais do rádio em ondas curtas pelo espaço, além de toda a parafernália de antenas, dos diversos tipos de linhas de transmissão, de alimentação, conectores, medidores de intensidade de campo, de onda estacionária, etc., do perfeito ajuste e correção da onda estacionária na antena, deparamos com um fator importantíssimo para que possamos transmitir informação a longa distância (DX), (na sigla DX a letra D significa Distância e a letra X significa Desconhecido) sendo este fator chamado propagação.

Se a propagação não ajudar, não há comunicação de rádio em ondas curtas (DX), sendo que aí, teremos que modificar as coisas e partir para transmissão de rádio via satélites, mas a parafernália nesta modalidade já é outra história.

### A ONDA ELETROMAGNÉTICA

Um campo eletromagnético variável no tempo pode ser propagado através do espaço vazio a velocidade da luz.

A onda assim propagada esta constituída por CAMPOS MAGNÉTICOS (H) e por CAMPOS ELÉTRICOS (E) , segundo podemos apreciar na figura 28.

A onda eletromagnética plana pode ser representada em função de seus campos.

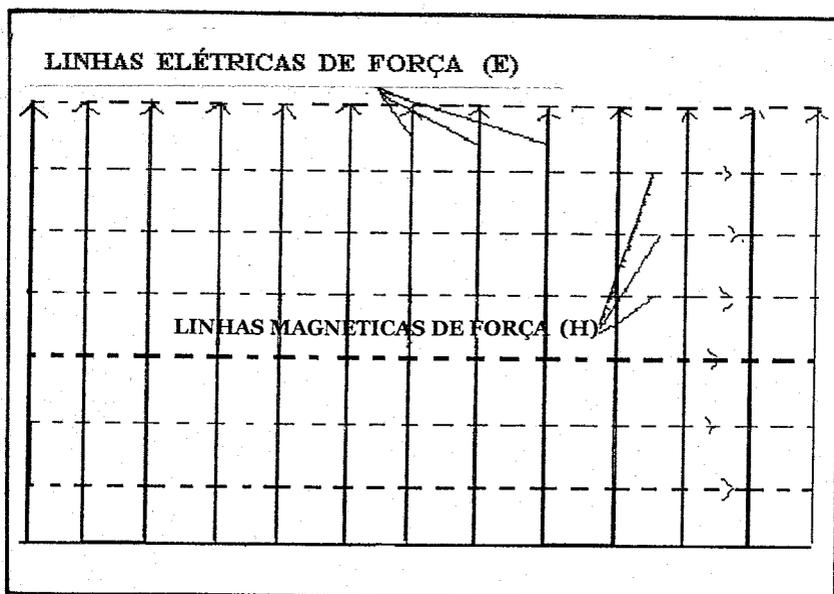


figura 28  
Campos elétricos e magnéticos

Dizemos que a onda esta polarizada verticalmente quando seu campo elétrico é vertical e que esta polarizada horizontalmente quando seu campo elétrico é horizontal.

**Nota importante :** A onda se origina em uma fonte, em um ponto, num lugar fixo e determinado (transmissor), no espaço se expande em esferas crescentes cujo centro é sempre a fonte (transmissor).

O caminho do raio de energia desde a fonte produtora até qualquer ponto da esfera é uma linha reta e a uma distância grande a frente de onda, que não conseguimos perceber-la esférica, senão aparentemente como uma superfície plana.

Uma onda eletromagnética viajando pelo espaço é muito difícil de se compreender se não recorrer-mos as equações de Maxwell que é a ferramenta básica para a análise da maioria dos problemas das ondas eletromagnéticas.

Para resumir podemos aceitar que uma antena montada de forma horizontal a superfície do solo esta polarizada horizontalmente e vice-versa quando a antena esta instalada de forma vertical dizemos que a antena esta polarizado verticalmente.

Mais adiante veremos que as propriedades de ambas diferem nos aspectos básicos de irradiação das ondas.

## **PROPRIEDADES GERAIS DAS ANTENAS** **DEFINIÇÕES DE CONCEITOS**

**Resistência de irradiação :**

( $R_r$ ), É uma resistência ideal que agregada a um

circuito ressonante equivalente a antena, dissipa a mesma potência calórica que a antena irradiaria no espaço.

Esta alcança um valor máximo quando o condutor é ressonante.

### **Ângulo de irradiação :**

( $\alpha$ ), É o ângulo sobre o horizonte com respeito ao eixo do lóbulo principal da irradiação e que é diretamente ligado a polarização da antena (vertical ou horizontal), com a altura por sobre a superfície do solo, frequência de funcionamento etc..

### **Antena imagem :**

É uma antena imaginária, a imagem espetacular de uma antena real, aonde as direções do fluxo de correntes são diferentes (tal como visto na frente de um espelho), onde ademais sua polarização elétrica instantânea é de sinal oposto.

A diferença de fase entre a antena real e a antena imagem é de  $180^\circ$  quando a antena esta colocada em forma horizontal ao plano terra.

E para o caso de uma dipolo vertical, a antena real e a antena imagem estão em fase.

### **Impedância da antena :**

A impedância de entrada de uma antena poderia ser definida como sendo a impedância apresentada por uma antena em seus terminais e com a relação de voltagem/corrente em um par de terminais, ou com a relação dos componentes apropriados do campo elétrico-magnético em um ponto qualquer.

Logo podemos dizer que, se a corrente e a voltagem estão em fase a impedância é puramente resistiva e a

antena é ressonante.

Quando a antena não é ressonante (corrente e voltagem fora de fase), a antena mostra reatância e resistência.

**Nota importante** : O conceito anterior esta referido para um dipolo de meia onda alimentado em seu centro como nos mostra a figura 1.

### **Polarização da antena** :

Como foi explicado anteriormente as antenas podem ser polarizadas vertical ou horizontalmente, dependendo do campo elétrico da antena (CAMPO ELÉTRICO) (E).

### **Ganho da antena** :

Se chama de ganho da antena a relação que pode ser entregue por uma antena (que geralmente esta relacionado com sua diretividade), a sua unidade de ganho se expressa em (dB).

### **Decibel** :

Decibel, a **Décima de Bel**, é a unidade para a relações que pode ser entregue por uma antena e representa uma modificação detectável na força de um sinal, visto como valor atual de voltagem do dito sinal.

### **Eficiência da antena** :

É a relação entre a resistência de irradiação da antena com respeito a resistência total do sistema transmissor que se inclui resistência de irradiação, a resistência dos condutores, do dielétrico, incluídas as bobinas se são usadas no sistema, bem com a resistência

**Largura de banda da antena :**

É a medida de sua amplitude para funcionar em uma gama especifica de frequências em boas condições de ressonância.

**Relação frente/costas (front to back) :**

É a relação de irradiação da antena calculada entre seu lóbulo principal e o lóbulo oposto ( esta relação é para antenas direcionais ou diretivas).

**(Q) da Antena :**

O fator Q da antena é a medida do fator de qualidade de mérito e se expressa como seletividade da antena.

**Diretividade da antena :**

É a capacidade de uma antena para concentrar o máximo valor de irradiação em uma direção desejada, selecionando o objetivo aonde se deseja transmitir ou receber no caso inverso.

**Comprimento de onda**

**longitude fisica**

**longitude elétrica :**

A onda eletromagnética viaja a uma velocidade próxima de 300.000 kilometros por segundo dependendo do meio em que viaja, por isso podemos calcular que uma onda de rádio demora aproximadamente 1/7 de segundo para dar uma volta ao redor do nosso planeta, segundo as linhas do maior circulo (equador).

O conceito de que a onda se desenvolve é porque

uma corrente elétrica alternada flui através de um fio (antena), movendo assim campos elétricos e magnéticos.

Esta onda tem um comprimento específico chamado de comprimento de onda que se representa pela letra grega Lambda ( $\lambda$ ), é a medida em que uma emissão de onda, em uma frequência é dada com respeito ao comprimento físico de uma antena e que a mantém em ressonância.

A equação para calcular o comprimento de onda pode ser resumida como segue :

$$\text{Lambda} = \frac{300}{\text{frequência (Mhz)}} \text{ (metros)}$$

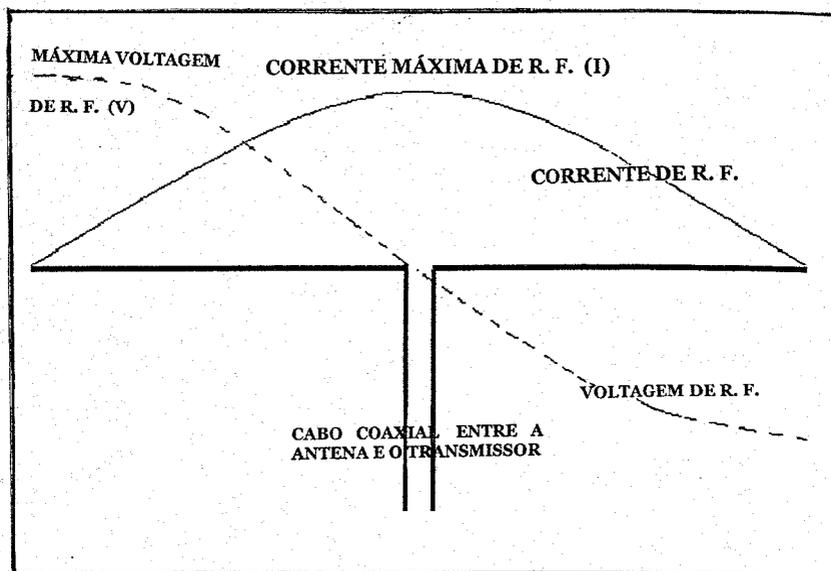


figura 29  
Antena dipolo de meia onda

É preciso esclarecer que o comprimento físico ou geométrico de um elemento varia ligeiramente com respeito a longitude elétrica da mesma, fundamentalmente a causa principal é o do diâmetro usado para o elemento ao construir a antena, por exemplo: fio de cobre de diversas bitolas, tubos de alumínio, etc., ademais pelos efeitos negativos de corpos próximos ao irradiador ou antena.

Ao aplicarmos uma potência de (R.F.), a uma antena esta potência é irradiada ao espaço atuando a antena como carga para o transmissor de rádio e esta base de referência pode ser comparada com um círculo elétrico com referência a relação Corrente/Voltagem e sua potência dissipada com uma carga artificial (este conceito foi explicado como resistência de irradiação).

**Nota importante** : Por ser de interesse inclui os conceitos básicos da Lei de Ohms, pelas semelhanças que tem com os conceitos das antenas.

**E= VOLTAGEM EM VOLTS**  
**I= CORRENTE EM AMPÈRES**

**R= RESISTÊNCIA EM OHMS**  
**P= POTÊNCIA EM WATTS**

**Lei de Ohms** :

A corrente (I), em ampères em um circuito é igual ao coeficiente da divisão da tensão ou voltagem em Volts pela resistência do circuito (r), expressada em Ohms.

A potência necessária para produzir uma corrente em um circuito esta relacionada de forma direta com a

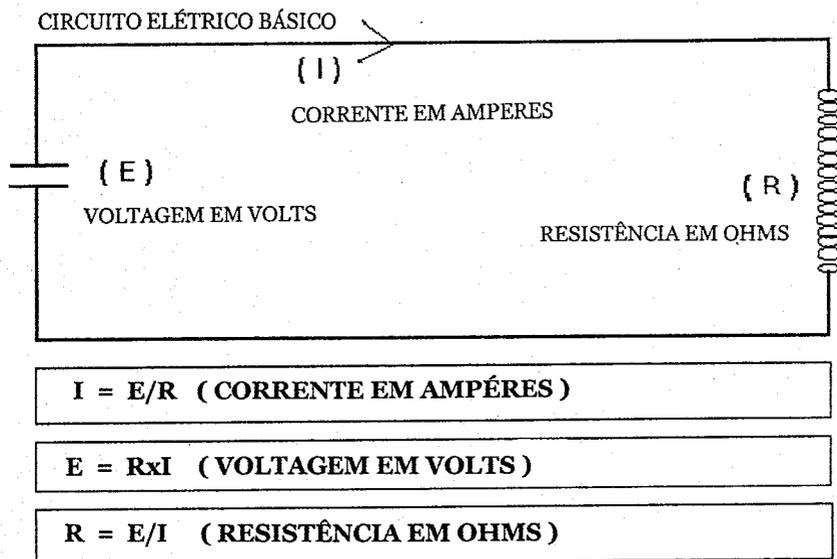


figura 30  
Circuito elétrico básico

corrente que deve fluir ao comprimento do circuito e por sua resistência e voltagem.

A unidade de potência que é em Watts, que corresponde a quantidade de potência necessária para produzir uma corrente de um ampère com a energia aplicada de um volt no tal circuito.

Logo a potência representa um consumo de energia por unidade de tempo.

Como no circuito existe um fluxo de elétrons que se chocam constantemente com os átomos da matéria (condutor), isto produz um desprendimento de energia

$$P = I^2 \times R \quad (\text{EXPRESSADA EM WATTS}).$$

$$P = E \times I \quad (\text{EXPRESSADA EM WATTS}).$$

$$P = E^2 / R \quad (\text{EXPRESSADA EM WATTS}).$$

### CÁLCULO SIMPLIFICADO DE UMA ANTENA RESSONANTE, DIPOLO DE MEIA ONDA

O comprimento de uma antena ressonante (é dizer), a medida física do comprimento de uma antena sintonizada não é exatamente o comprimento da medida calculada com a fórmula do comprimento de onda que é o comprimento elétrico da antena.

Por diferentes motivos que explicaremos mais adiante, o comprimento físico da antena para poder ressonar, geralmente é mais curto do que o comprimento elétrico devido aos efeitos da relação comprimento/diâmetro da antena e o efeito de ponta da antena.

A este fator de correção do comprimento físico da antena denominaremos com a letra (**k**), que terá os valores entre 0,9257 e 0,9772 dependendo da relação comprimento/diâmetro que pode estar entre 10 até 4.000 vezes, segundo a banda de transmissão a calcular.

O fator (**K**), deverá ser aplicado ao comprimento

elétrico para se cortar fisicamente a antena e desta maneira faze-la ressonante.

$$L(a) = \frac{k * 150}{f \text{ (Mhz)}} \text{ (metros)}$$

**EXEMPLO :** Para calcular uma antena dipolo para operar na banda de 40 metros, para operar na frequência de 7.100 MHz., para ser construída com fio de cobre.

1 - Determina o fator (k), segundo a tabela acima  
**k= 0,9513 s/g comprimento/diâmetro.**

2 - Calcular o dipolo aplicando a fórmula  
**(0,9513 \* 150 / 7,1 ) = 20,098 metros.**

3 - Determina a medida de cada aresta  
**(20,098 / 2 ) = 10,049 para cada lado.**

4 - Este cálculo foi efetuado para um dipolo livre de elementos desintonizadores em seu redor, destacamos que o ajuste final da antena deverá ser feito em seu lugar já determinado para a sua instalação com todos os elementos circundantes existentes.

Certamente cada radioamador tem as suas próprias maneiras para cortar suas antenas dipolos, com suas próprias fórmulas, corrigidas por sua experiência prática e que são tão válidas como este cálculo para aplicar a teoria e seus conceitos.

Teoricamente a antena dipolo horizontal tem sua irradiação bi-direcional, digo :

Irradia perpendicularmente a linha do dipolo com a

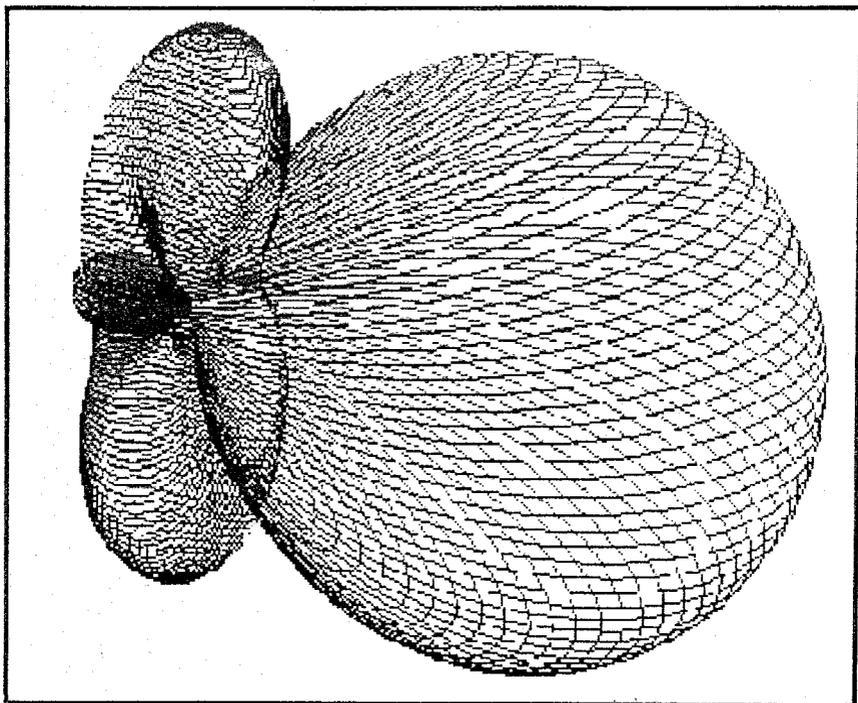


figura 31

Diagrama tridimensional do lobulo de irradiação de uma antena direcional Yagi de 6 elementos

mesma intensidade para cada lado.

Na prática a antena dipolo e todas as antenas tendem a irradiar um pouquinho mais em uma direção em detrimento a outra, com a única exceção da antena vertical.

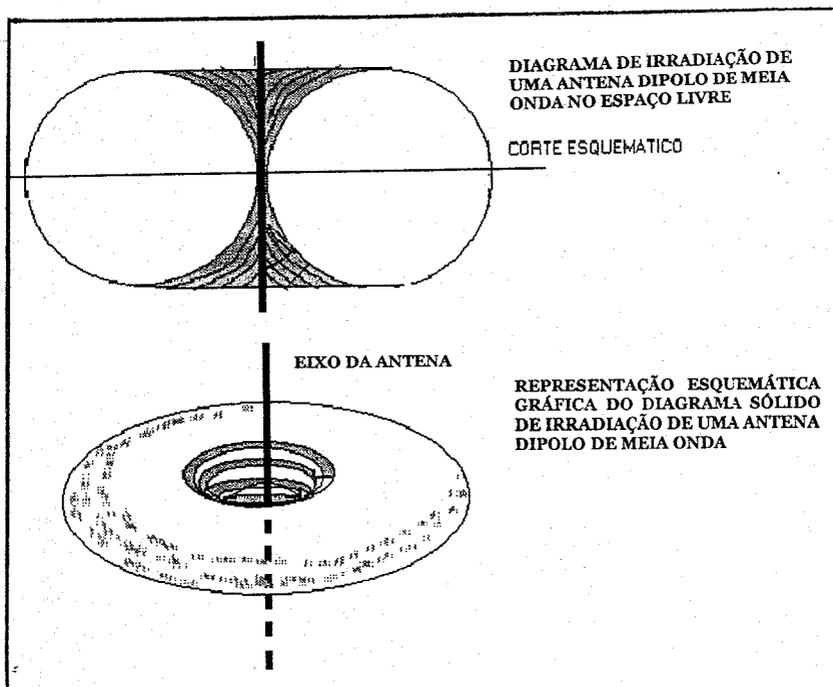


figura 32

Corte esquemático do diagrama de irradiação de uma antena dipolo

**Um velho adágio diz que :**

**EM ANTENAS NUNCA ESTARÁ DITA A ÚLTIMA  
PALAVRA**

## DIAGRAMAS DE IRRADIAÇÃO DA ANTENA, DIPOLO DE MEIA ONDA

Para poder representar as características de irradiação de uma antena, teriam que ser os diagramas de irradiação tridimensionais, porém recorreremos a representação gráfica e plana com o motivo para compreender o conceito que encerra.

Se a antena for instalada muito próximo ao solo ou outro objeto condutor qualquer o diagrama de irradiação deixará de ser concêntrico e regular.

Isto é devido principalmente a influência das ondas refletidas que se somam vetorialmente as ondas geradas pela antena.

Quando estas ondas (real e refletida), se somam vetorialmente aumenta a força do campo irradiado e vice-versa.

Este efeito tem muita importância quando o dipolo esta montado muito próximo ao solo, ainda que não afete o diagrama de irradiação de uma antena horizontal ou vertical, porém somente afeta a irradiação contida no plano horizontal.

É necessário esclarecer de que as representações gráficas dos diagramas correspondem a uma antena hipotética chamada de \*irradiador isotrópico\* (ou antena ideal), o que foi mostrado é para estabelecer uma base de cálculo para as antenas reais, as que em realidade não tem a mesma intensidade em todas as direções de forma igual, apresentando a intensidade máxima e mínima, dependendo do desenho da antena e de estar muito próximas a objetos grandes que a distorcem.

Para compreender e estudar as características de

irradiação das antenas representamos seus diagramas em forma gráfica e plana, como vista no diagramas da figura 32

### DIAGRAMA - PLANO DE IRRADIAÇÃO (E) e (H) CAMPOS ELÉTRICOS E MAGNÉTICOS

Como foi explicado anteriormente, é muito difícil representar os diagramas de irradiação em forma tridimensional, porque para a seu estudo e discussão apresentamos um corte seccional plano, tomando como centro a antena, o elemento irradiador representado na figura 33

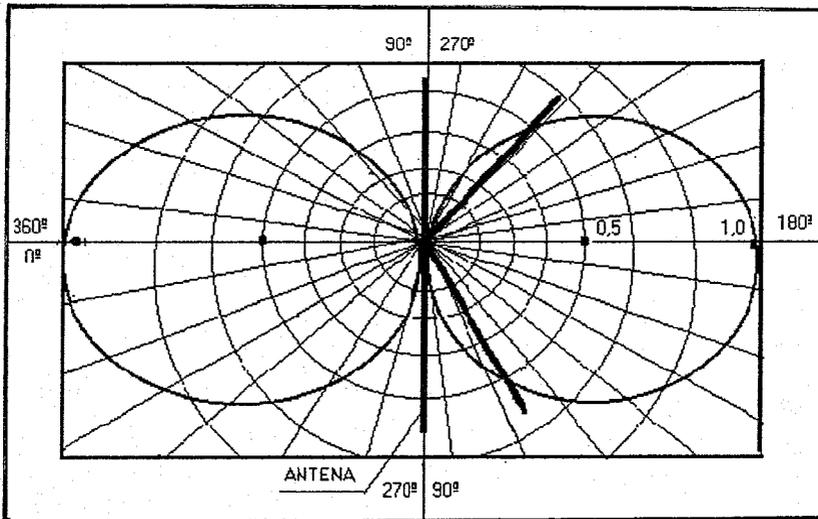


figura 33

Os pontos do diagrama de irradiação onde seu valor é zero chamam-se nulos (nulls), a seção da curva entre os dois pontos da radiação denomina-se de \*Lobulo de radiação\*.

As áreas fechadas entre as linhas ponteadas representam o diagrama plano ( E Plane), de uma antena de meia onda.

Podemos observar que, o campo irradiado é perpendicular a ela e tem uma magnitude igual para cada lado da antena ( tal como já explicamos anteriormente, sobre o irradiador isotrópico, a antena ideal).

Logo as antenas reais (que possuem em suas cercanias elementos físicos que alteram o seu campo irradiado), podem calcular-se tomando como base a figura 33, que representa o campo elétrico (E), de uma antena de meia onda.

Nas antenas simples (como nas dipolo de referência) o ganho é modesto e não tem uma relação apreciável frente/costa e seu lóbulo é de tamanho igual para ambos os lados, motivo pelo qual pode-se chama-la de bi-direcional como estamos mostrando na figura 33.

O sistema de coordenadas do gráfico ( onde esta representado o lóbulo principal de irradiação ), esta composta de círculos concêntricos que representam a graduação da escala do Decibel, (círculos que por comodidade foram enquadrados dentro de um quadrilátero.

O eixo central de partida do lóbulo (de onde a irradiação é zero), representa a antena dipolo de meia onda.

## **REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS** **SISTEMAS DE COORDENADAS**

Devido a importância das representações gráficas no ramo das antenas (já que geralmente os efeitos das leis físicas e fórmulas representam-se desta forma),

estimamos ser de interesse fazer uma pequena recapitulação dos sistemas de coordenadas que serão de muita conveniência para entender as partes posteriores.

### SISTEMA DE COORDENADAS CARTESIANAS

O sistema de coordenadas Cartesianas determina a situação de um ponto com respeito a um gráfico plano, referidas as suas distâncias a duas retas perpendiculares entre si (em forma de cruz), que são chamados de "eixo de coordenadas".

Na representação gráfica da figura 34, na parte superior chamaremos o eixo vertical como sendo o eixo de coordenadas \*Y\* e o eixo horizontal, como sendo o

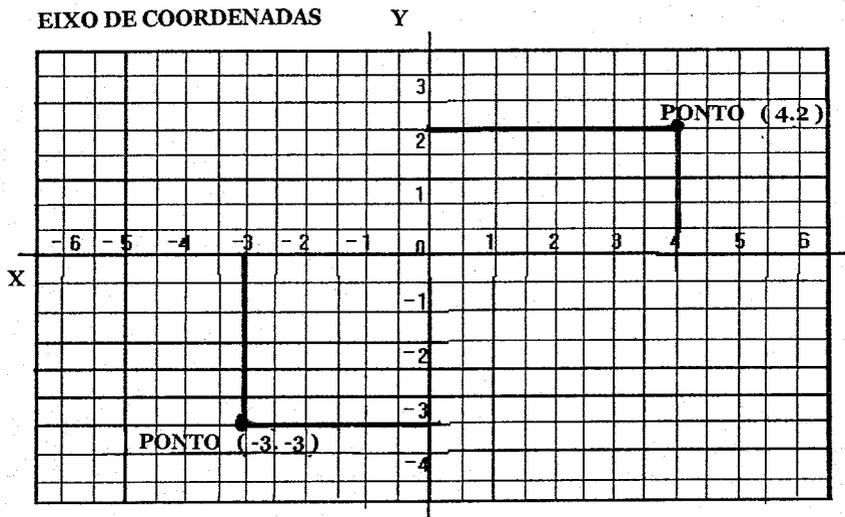


figura 34

Representação gráfica de um eixo de coordenadas

eixo de coordenadas \*X\* e na interseção entre ambos os eixos chamaremos de origem.

Para situar um ponto dentro dos eixos, deve ser acompanhado de duas variáveis (exemplo ponto 2.3), que significa que o ponto está com um valor  $X=2$  (eixo das abscissas), e um valor de  $Y=3$  (eixo das coordenadas).

Existe uma convenção em que diz que, desde seu centro (origem), o valor é  $=0$ , os valores de  $X$  para a direita são positivos (sinal +), e para a esquerda são negativos (sinal de -), por este mesmo modo os valores de  $Y$  para cima são positivos (sinal +), e para baixo são negativos (sinal -).

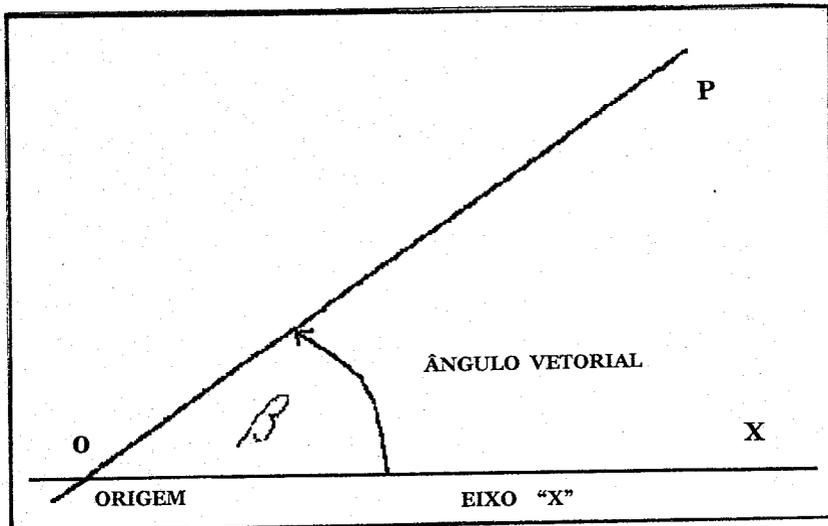


figura 35  
Sistema de coordenadas polares

## SISTEMA DE COORDENADAS POLARES

Além do sistema de coordenadas Cartesianas existe outro sistema chamado de coordenadas polares para definir a situação de um ponto " O " de uma linha em um gráfico.

Esta é uma definição algébrica da situação do ponto que fica determinado por sua distância da origem " O " e com o ângulo que se forma com o eixo chamado OX.

Na figura 34, o ponto é definido pela longitude OP, conhecida como rádio vetor e pelo ângulo chamado de ângulo vetorial.

Exemplo :  $P = 3 \ 60^\circ$

## ANTENAS DE USO GENERALIZADO EM H.F.

Sem duvida nenhuma, dentro de todas as propriedades das antenas o efeito que mais sofre ao se transmitir de um ponto a outro, é o ângulo de irradiação (pois é afetado pela altura do solo), a impedância, que permite uma boa adaptação da linha de transmissão entre o rádio transmissor e a antena, com o objetivo de poder conseguir o máximo de eficiência no ganho de saída.

Sob circunstâncias normais as ondas eletromagnéticas em H.F., se propagam a longas distâncias seguindo a trajetória do círculo máximo até a área eleita como meta de destino da transmissão.

A reflexão ionosférica desta trajetória é mais efetiva quando a onda se propaga e o lóbulo principal da irradiação a um certo ângulo (denominado  $(\rho)$ , por sobre o horizonte.

Geralmente esse lóbulo em antenas moderadas em

transmissões de H.F., é muito largo e ocupa uma área grande na frente da antena e com a qual esta vai resvalar uma grande seção da ionosféra com a energia irradiada permitindo a possibilidade de chegar em boa forma no seu ponto de destino.

Este ângulo de irradiação é afetado pela altura sobre o solo, pela polarização determinada para a antena e a frequência de funcionamento.

O cálculo do ângulo vertical de irradiação se faz partindo do conceito da antena imagem a fim de estabelecer uma efetiva reflexão das ondas eletro magnéticas ( para isso vamos ter que supor de que o solo por baixo da antena é plano e perfeitamente condutor).

**Nota importante** : Em condições reais a condutividade do solo varia amplamente com a sua localização (onde em áreas de má condutividade superficial a verdadeira superfície refletiva pode estar localizada a vários metros abaixo da superfície do solo).

Estas capas superficiais podem atuar como um dielétrico que atuam sobre as ondas de rádio causando perdas em seus ganhos.

Se a amplitude da onda refletida se reduz por perdas do solo, a sua característica vertical se verá afetada, bem como a impedância no seu ponto de alimentação na antena.

O principal efeito do dielétrico é absorver uma grande parte da energia irradiada e a magnitude dos lóbulos resulta seriamente diminuída pela quantidade da energia perdida e pelos nulos que tendem a serem obscurecidos.

Um arranjo artificial para conseguir um solo perfeitamente condutor é instalar uma tela metálica

aterrada por baixo da antena, estendida pelo menos por meio comprimento de onda em cada direção desde o centro da antena até o limite extremo da aresta (radiais nas antenas verticais).

### ANTENA IMAGEM

Como vimos no princípio deste manual a antena imagem se introduz por debaixo do plano terra (como vista no espelho).

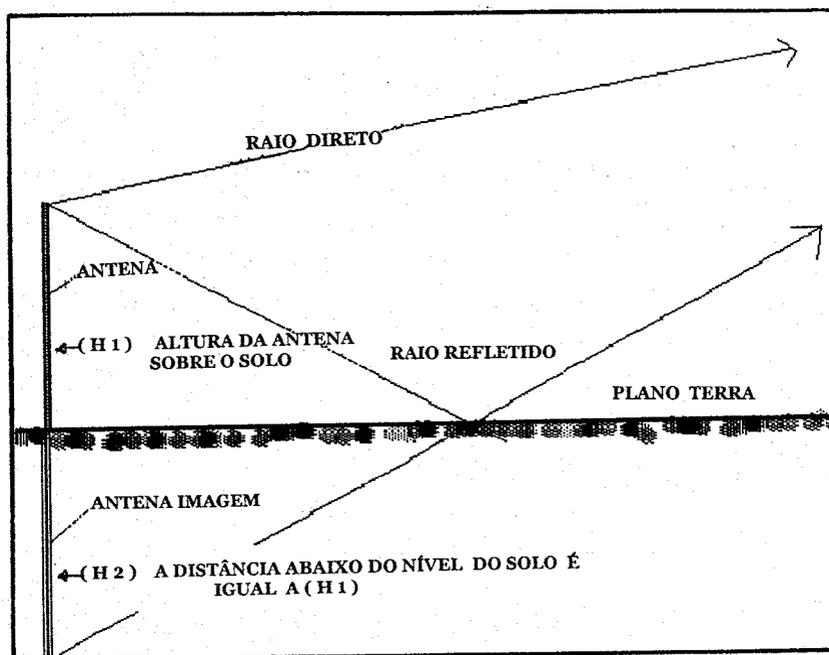


figura 36  
Conceito da antena refletida pelo solo

Esta espetacular antena imagem esta situada a uma mesma distância abaixo do solo, refletindo a antena real acima (como podemos observar na figura 36), que emite um raio refletido que em algum ponto distante se combina com o raio direto e dependendo de sua resultante.

Se ambos os raios estão em fase se somam e ao contrário se chegarem em fases opostas o campo resultante é a diferença entre eles (atenuação).

## LINHAS DE TRANSMISSÃO

É sabido que as estações de rádio são basicamente compostas com um equipamento transmissor e um receptor, ou um transeptor, uma antena para acoplar ambos os equipamentos usa uma linha de transmissão cuja finalidade principal é fazer-lo da forma mais eficiente possível, onde parâmetros muito complexos estão envolvidos.

Para este manual básico separo as linhas de transmissão entre aquelas formadas por dois condutores paralelos (linhas balanceadas), e as linhas coaxiais (linhas desbalanceadas), que correspondem aos coaxiais muito largamente usados pelos radioamadores (RG 8; RG 58; RG 59 etc.).

## CONCEITOS BÁSICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

### Relação de ondas estacionárias

Quando uma linha de transmissão leva uma potência a uma carga (antena), que não a dissipa completamente, dizemos que a linha tem um componente reativo e que tem entre suas características, devolver

parte desta potência a fonte emissora (sobre o equipamento rádio transmissor).

Esta potência devolvida se chama componente refletida e flui em sentido contrario a componente direta ( a que vai do transmissor de rádio até a antena), e como existe ondas que fluem em sentido contrário e estas se somam vetorialmente para produzir ondas estacionárias na linha de transmissão.

A relação entre os valores máximos e mínimos de tensão de R.F., na linha de transmissão se chama R.O.E. (Relação das Ondas Estacionárias), que é o resultado de uma medida de relação de desajuste da impedância entre a linha e a carga (antena), ou vice-versa( em inglês se chama (S.W.R.).

### **Impedância da linha de transmissão**

Tal como indicam as tabelas, as linhas de transmissão coaxial tem uma impedância característica e que deve ser adaptada a impedância da antena, para evitar que esta relação de ondas estacionárias cause uma disfunção no sistema transmissor.

### **Linhas de transmissão balanceadas**

Assim são denominadas as linhas que estão formadas por dois condutores paralelos em proximidade física e geralmente espaçadas por meio de separadores (para manter o paralelismo), mediante isoladores de porcelana, politileno, madeira, etc., estas linhas trabalham abertas, isoladas pelo ar.

As que são fabricadas em forma comercial tem em geral impedâncias características elevadas na ordem de 300 - 400 - 600 Ohms.

**Linhas de transmissão desbalanceadas (coaxial)**

Chamamos de linhas de transmissão desbalanceadas, ou linhas coaxiais que são linhas concêntricas e que possuem dois condutores (interno e externo), com um espaçamento constante entre si é muito usada hoje em dia nas instalações modernas pela sua facilidade de instalação entre o equipamento transmissor e a antena ( o condutor interno é um fio de cobre recoberto por um material plástico isolante e recoberto com uma malha metálica e finalmente por outro isolante plástico mais externamente.

**Atenuação pela linha de transmissão**

De acordo com a sua construção física as linhas de transmissão são uma combinação de constantes capacitivas, resistivas e indutivas e como tem elementos condutores tem também agregada uma certa resistência.

A soma destes componentes faz com que as linhas tenham perdas que variam logaritmicamente no comprimento desta linha; cujas perdas expressam-se em decibéis por unidade de comprimento.

(Nota importante: o decibel é uma unidade logarítmica).

A atenuação aumenta a medida que se eleva a frequência de funcionamento.

**Baluns (Balanced to Unbalanced)**

Nos cabos coaxiais a corrente flui pelo condutor mais interno e é balanceada por uma corrente igual que flui em direção oposta pela superfície do condutor (malha).

Ao acoplar esta linha desbalanceada (coaxial), a uma antena dipolo ( que é de carga balanceada nos dois pólos do conector central), se produz um efeito de desbalanceamento cujo resultado é uma corrente nula que flui de retorno ao terra pela parte mais externa do condutor (malha). A quantidade de corrente  $I(3)$ , que flui pela parte externa esta determinada pela impedância  $Z(g)$ , da malha externa a terra

Se esta impedância conseguir ser grande, a corrente  $I(3)$ , será reduzida consideravelmente.

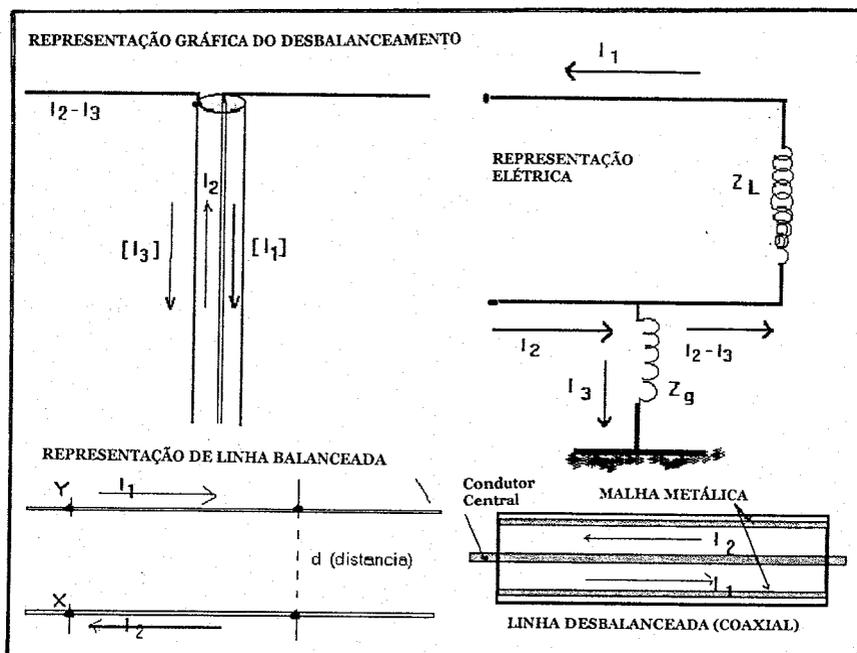


figura 37  
Representação gráfica das linhas  
balanceadas/desbalanceadas

O dispositivo que se usa nestes casos é um adaptador de impedâncias balanceadas e desbalanceadas para cancelar a corrente I (3), que flui pela parte mais externa (malha, este dispositivo é chamado de balun, que é formado pela abreviação das palavras do inglês **Balanced to Unbalanced**.

Podemos construir estes baluns das mais variadas formas e materiais porém o que vamos analisar será o balun 1:1 que se adapta no sistema sem modificar a impedância da linha (balun de relação 1:1

**Nota importante** : existem baluns que podem modificar a impedância para se adaptar as linhas de transmissão (exemplo balun 4:1 usado para adaptar o cabo paralelo de 300 Ohms ao cabo RG-59 de 75 Ohms de impedância).

### TABELA APROXIMADA DAS ATENUAÇÕES POR COMPRIMENTO DO CABO E PERDAS POR R.O.E.

#### Perdas no Coaxial RG 58 U de 50 OHMS :

- f. 3,5 MHz 0,25 dB cada 30 metros de comprimento
- f. 7,0 MHz 0,45 dB cada 30 metros de comprimento
- f. 14 MHz 0,65 dB cada 30 metros de comprimento
- f. 21 MHz 0,80 dB cada 30 metros de comprimento
- f. 28 MHz 0,97 dB cada 30 metros de comprimento

#### Perdas no coaxial por R. O. E. :

- R. O. E. 1 : 1,2 implica 0,05 dB aproximados
- R. O. E. 1 : 1,5 implica 0,10 dB aproximados
- R. O. E. 1 : 1,8 implica 0,15 dB aproximados
- R. O. E. 1 : 2,0 implica 0,23 dB aproximados

---

Incluí estas tabelas para se ter uma referência das perdas e ganhos de saída para os diferentes valores de R. O. E., numa linha de transmissão e que devemos sempre levar em contas ao calcular uma antena.

## VAMOS CÁLCULAR E CONSTRUIR UMA ANTENA DIPOLO HERTZ

A antena é a parte da estação de rádio que provoca as maiores dores de cabeça no radioamador ou rádio operador da faixa do cidadão.

Seja por causa da falta de espaço para sua instalação, ou por dificuldade em ajusta-la para o máximo rendimento, ou por indisposição com terceiros no momento da instalação, a antena é um assunto que esta

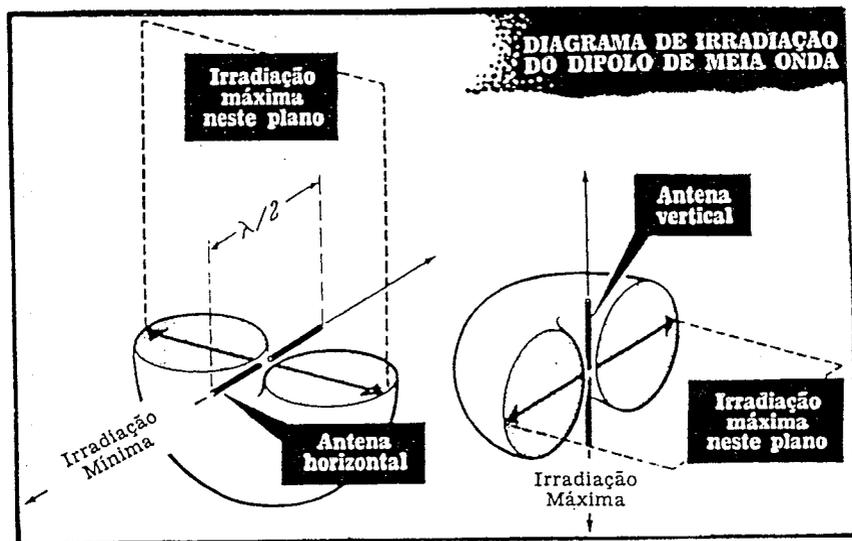


figura 38

O diagrama acima ilustra o caso em que a antena esta isolada no espaço. Na realidade a antena fica próxima do solo, de modo que o padrão se altera apreciavelmente

sempre em pauta nas rodadas na frequência, ou como causadora de dor nas costas e cansaço para sua instalação e ajuste.

O diagrama da figura 38 ilustra o caso em que a antena está isolada no espaço.

Na prática, a antena fica próxima do solo, de modo que o padrão de irradiação se altera apreciavelmente.

A antena é regida por princípios elétricos bastante rígidos, de forma a exigir e obrigar uma certa precisão nos cálculos e confecção, para que se obtenha bons resultados de funcionamento, principalmente quando começamos a abranger os espectros acima do H.F.,

Aqui faremos uma breve e rápida apresentação dos princípios gerais que subordinam o funcionamento da antena.

Mas o que é a antena ? Para que serve ?

A antena é um dos elementos do sistema



figura 39

Ao dobrarmos os fios de uma linha de transmissão em um ângulo reto com a linha em um ponto distante à  $\lambda/4$  de onda do extremo aberto formaremos uma antena simples, conhecida como antena dipolo de meia onda

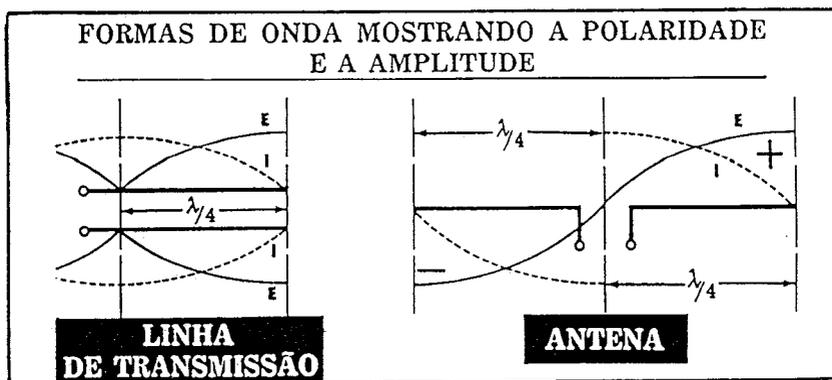


figura 40

Observe que as ondas estacionárias de tensão e de corrente indicam que os extremos da antena são pontos de tensão máxima e de corrente mínima, enquanto que no centro da antena a corrente é máxima e a tensão é mínima.

irradiante e não passa de um condutor elétrico aberto em 90 graus.

Melhor dizendo, podemos nos referir como sendo a linha de transmissão que termina abruptamente e abre-se em 90 graus.

Quando os fios de uma linha de transmissão aberta são dobrados em ângulo reto com a linha em um ponto distante um quarto de onda do extremo aberto, forma-se uma antena simples conhecida como :

**dipolo de meia onda.**

Isto possui uma razão física de ser, qual seja, as cargas elétricas em movimento, produzem os campos elétrico e magnético e estes campos passam a ser irradiados, propagando-se para longe do condutor quando este é colocado no espaço livre em 90 graus.

É a tendência natural dos campos eletromagnéticos de se irradiarem, quando os condutores que transportam as cargas elétricas se estendem em comprimento (antena).

Assim definimos a antena como elemento que transforma a corrente elétrica de alta frequência (R.F.), em energia eletromagnética irradiando-a para o espaço.

De forma que a antena cumpre o seu papel de transdutor.

A antena é um dispositivo construído em material condutor, na qual ao aplicarmos um sinal de rádio este é irradiado para o espaço livre.

A definição formal de uma antena é ser uma estrutura metálica, que serve para transmitir e ou receber as ondas eletromagnéticas do rádio é a parte final no sistema de transmissão e a parte inicial no sistema de recepção.

Uma antena sempre vai formar parte de um sistema.

Desta forma sempre teremos que definir seus parâmetros para descreva-la completamente e permitirá avaliar seus efeitos sobre o sistema em que vai operar.

Em algumas circunstâncias é necessário uma representação gráfica do campo elétrico, esta representação leva o nome de diagrama do padrão de irradiação.

Definida a antena, passaremos a compreender outras definições.

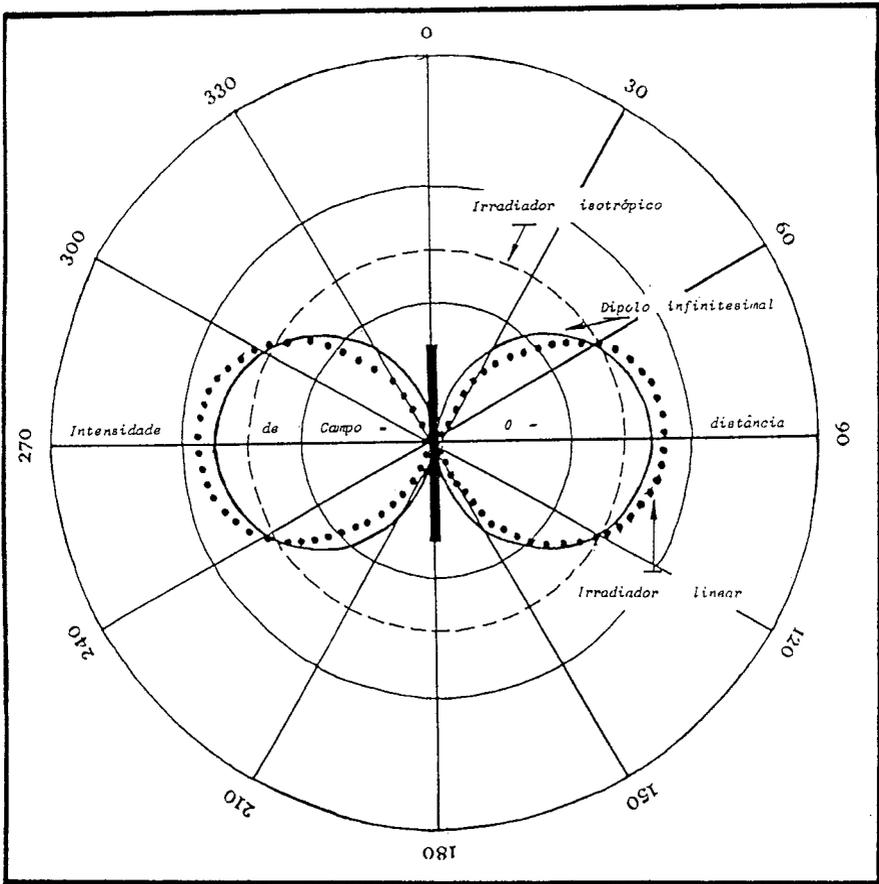


figura 41  
Diagrama polar de irradiação

Diagrama polar de irradiação de uma antena isotrópica hipotética :  
(traço intercortado).

De um dipolo infinitesimal :  
(traço cheio) e

De uma antena linear ressonante de meia onda :  
(traço de pontos),

para a mesma freqüência e potência irradiada.

Na figura 41 as curvas refere-se ao espaço livre e representam distâncias para uma intensidade de campo determinada.

Um diagrama como este refere-se somente a um plano, porém para antenas sob estas condições aplica-se para qualquer plano que contenha o irradiador (antena).

A distância de qualquer ponto da curva em traço cheio é proporcional ao cosseno do ângulo que forma com o plano normal do irradiador (antena).

Deve-se observar que no irradiador ressonante de meia onda é algo mais direcional, a diferença é insignificante por um ponto de vista prático, quando se supõe que a irradiação segue a mencionada lei do cosseno.

### Comprimento de onda :

A onda eletromagnética tem um comprimento, que esta relacionado com a velocidade de propagação e sua freqüência de oscilação.

É sabido que a energia eletromagnética se propaga a velocidade da luz que é aproximadamente de 300.000 quilômetros por segundo.

Assim dependendo do número de oscilações por segundo, o comprimento de onda varia.

A fórmula matemática que determina o comprimento de onda é  $\frac{300}{F}$ , onde 300 é a

**F (MHz.)**

velocidade de propagação, F é = a Frequência dada em MegaHertz.

Por ser mais fácil transferir energia à uma antena ressonante, é que devemos cortar o fio da antena para um comprimento de meia onda, na frequência de trabalho.

Com esta dimensão, resolveremos uma série de problemas de acoplamento entre a antena, linha de transmissão e transmissor.

### Polarização:

O campo magnético pode propagar-se com suas linhas de força dispostas em dois sentidos :

no sentido horizontal,  
ou no sentido vertical.

Esta posição das linhas de força chama-se polarização e toma como referencial o solo.

Portanto, podemos determinar a polarização da onda eletromagnética, através da posição da antena em relação ao solo.

Assim se colocarmos a antena verticalmente disposta, em polarização vertical, obteremos a mesma

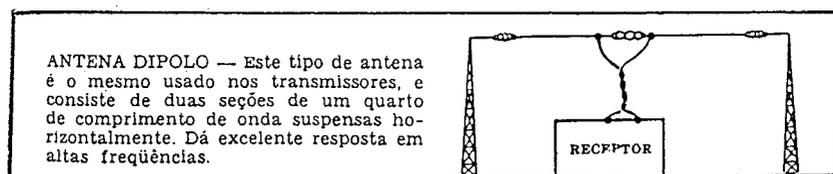


figura 42  
Antena dipolo

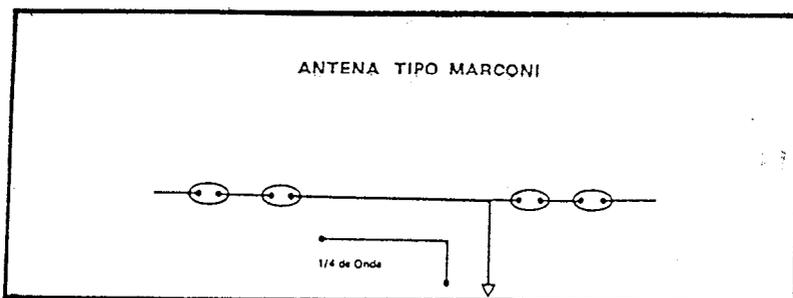


figura 43  
Antena tipo Marconi

polarização para a onda que sai desta antena.

Da mesma forma a antena polarizada horizontalmente face ao solo, irradia ondas polarizadas na horizontal.

Assim de acordo com a conveniência, podemos escolher a polarização da nossa transmissão, como no caso do V.H.F., onde o padrão adotado é o de polarização vertical, face as repetidoras possuírem antenas assim dispostas, utilizando antenas verticais multidirecionais.

Para que obtenhamos o máximo rendimento em termos de captação de sinal, é imprescindível que utilizemos nossa antena com o mesmo tipo de polarização que o da outra estação.

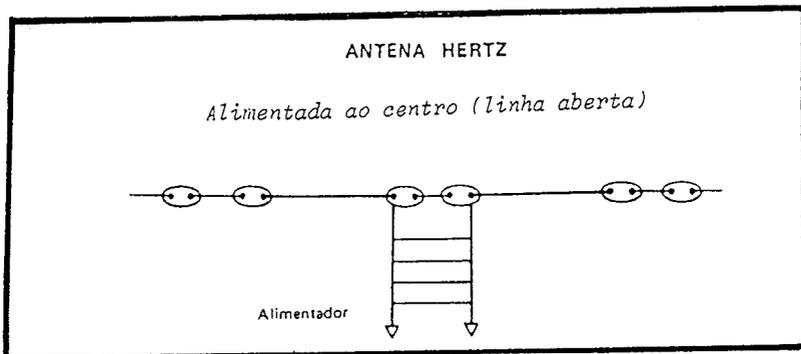
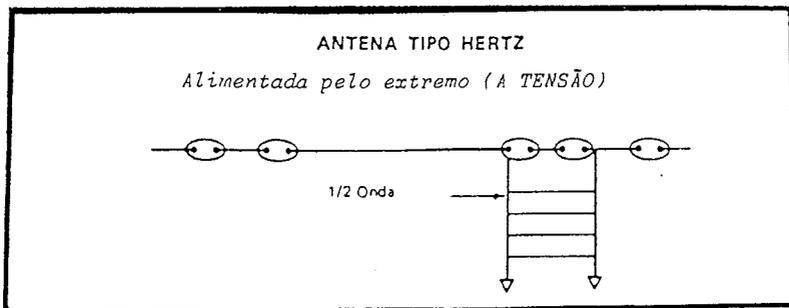
Se utilizarmos nossa antena com polarização vertical para contarmos uma estação com antena na horizontal, ambos os sinais estarão fora de fase, e haverá perda na captação ou recepção deste sinal, com conseqüente declínio de intensidade de sinal.

Este efeito da polarização, faz-se notar com maior intensidade nas frequências mais altas, principalmente a partir do V. H. F..

Repergunto, o que é uma antena ? Em que consiste uma antena ?

Uma antena, é o elemento destinado a receber e ou emitir sinais de rádio (ondas eletromagnéticas).

Em sua versão mais simples, está composta de um



figuras 44 / 45  
Antenas dipolo tipo Hertz

cabo (multicabo de vários fios de cobre retorcidos) ou de um fio rígido destes usados nas instalações elétricas domiciliares.

Porque se usa fios de cobre? Devido ao fio de cobre apresentar menos resistência a passagem da corrente, e pode ser facilmente encontrado no comércio e por um preço acessível; o fio de prata seria melhor, porém pelo seu alto preço torna-se proibitivo, desaconselhando-se o seu uso.

Podendo-se ainda usar fios de alumínio, ou latão.

Pode-se usar cabo flexível de cobre de 7 fios x 0,80 mm. cada, ou fio de cobre rígido de 2,5 mm., que é o mais usado (12 AGV antigo), ou mais grosso sem problema nenhum.

A antena é o vínculo de união entre o equipamento emissor e um receptor de ondas de rádio, distantes entre si. Em sua forma mais comum, consiste em um cabo elevado acima do solo e esticado entre os extremos.

A antena deverá sempre ser instalada em lugar livre e o mais alto possível.

O comprimento da antena tem relação com a frequência que se quer utilizar, pois dependendo do número de oscilações por segundo, o comprimento varia.

## CALCULANDO UMA ANTENA DIPOLO HERTZ

Resumidamente já sabemos o que é uma antena.  
Existem dois tipos fundamentais de antenas :  
a antena MARCONI (unifilar),  
e a antena HERTZ (DIPOLO).

### A antena MARCONI :

Calcula-se em  $\frac{1}{4}$  de onda incluindo o cabo de alimentação que conecta a antena com o transmissor, entrando no cálculo a tomada de terra.

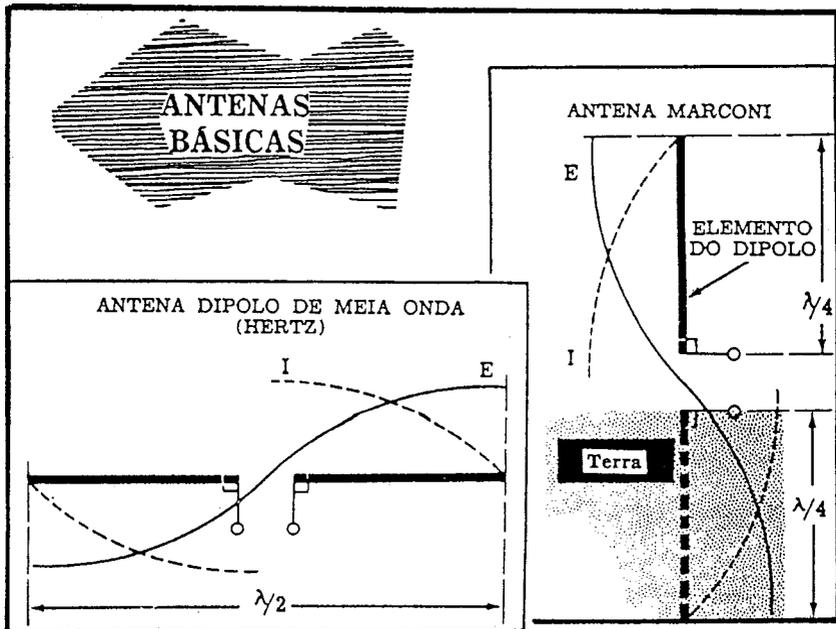


figura 46  
Antenas básicas

Este tipo de antena não serve para os equipamentos mais modernos utilizados pelo radioamador contemporaneamente, bem como para os equipos usados na faixa do cidadão (PX), pois as características técnicas deste tipo de antena são incompatíveis com os equipamentos hoje utilizados na radio-comunicação amadora.

A antena dipolo HERTZ, se calcula em  $\frac{1}{2}$  onda (meia onda), para a freqüência de trabalho, sendo  $\frac{1}{4}$  de onda para cada lado, também podemos chama-la de antena bipolar.

O dipolo de meia onda ou antena Hertz é um tipo de antena básica de ampla aplicação em muitos tipos de equipamentos transmissores e receptores.

Outra antena básica é a vertical de  $\frac{1}{4}$  de onda com o extremo ligado à terra, também conhecida como antena Marconi.

Se um dos elementos de uma antena Hertz for removido e o fio que estava preso a ele for ligado à terra, o

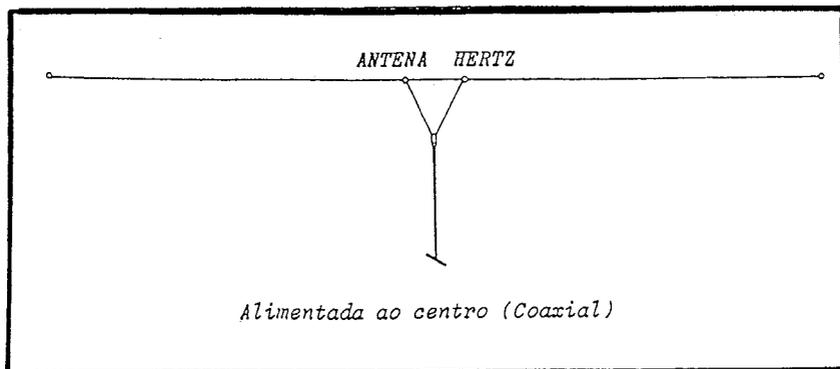


figura 47

Antena dipolo Hertz com alimentação central

resultado será uma antena Marconi, realmente, a terra toma o lugar de um elemento de  $\frac{1}{4}$  de onda, de modo que a terra e o elemento de  $\frac{1}{4}$  de onda restante formam efetivamente um dipolo de meia onda, a figura anterior de nº 46, mostra os pontos de corrente máxima e a tensão mínima na base da antena.

O cabo de alimentação que conecta a antena ao emissor não entra no cálculo, mas tem relação com seu comportamento.

A antena em uso no modo irradiante, deverá estar elevada do solo e esticada entre seus extremos, para assim admitir a carga do emissor.

A antena no solo carregará energia, porém não irradiará ao éter.

A antena dipolo HERTZ poderá ter diversas formas: Horizontal, vertical, em Vee, em Vee invertido, aranha, leque, bigode de gato e etc..

O radioamador consultando as possibilidades de

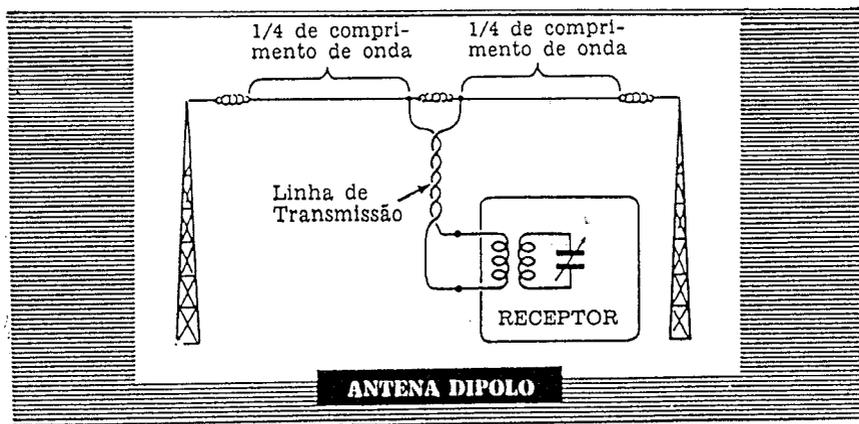


figura 48  
Antena dipolo

instalação de antena em seu QTH, tratará de colocar uma antena dipolo HERTZ, de  $\frac{1}{2}$  onda (meia onda), para a banda de 7 Mhz (40 metros), pois esta antena é bem simples de se construir e calcular, bem como as características técnicas da antena são compatíveis aos equipamentos transmissores de radioamador.

A maneira de montar a antena e os cálculos abaixo anotados servem para montar e calcular antenas para qualquer banda : 28; 21; 14; 7 ou 3,5 Mhz.

Ao montar uma antena, deve-se montá-la com esmero e capricho, convém fazê-la bem feita, mecanicamente e calculadamente e depois fazer o ajuste para a menor ROE possível (onda estacionária), evite ter que usar acopladores pois estes aparelhos apenas resguardam o transmissor dos problemas de ondas estacionárias altas, mantendo a onda estacionária alta após o acoplador na linha de alimentação até a antena, piorando desta forma a transmissão de sinais de rádio

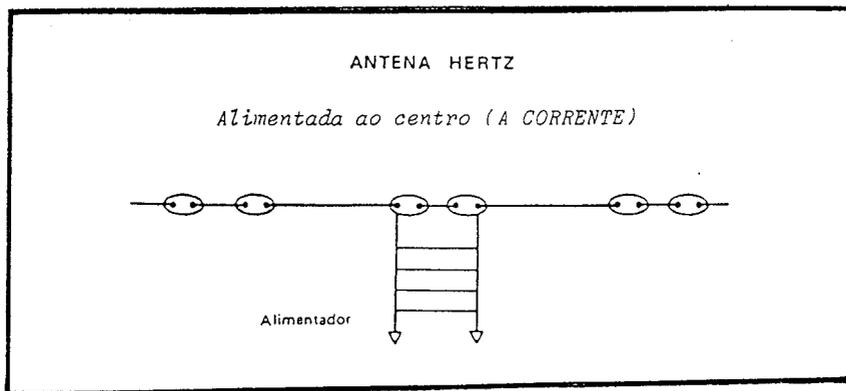


figura 49  
Antena dipolo com alimentação central (linha aberta)

diminuindo a potência do equipamento porque também desvia parte da potência de transmissão para o terra através do acoplador, se tivermos o capricho de montar e calcular corretamente a antena, poderemos ter uma recepção excelente, o sinal transmitido será melhor, ira mais longe e bem mais legível.

Assim diremos que estamos usando uma boa antena, cujo rendimento não se compara a uma antena provisória e improvisada.

A antena dipolo HERTZ, pode alimentar-se em seu extremo (tensão), e em seu centro (corrente).

Tomando-se em conta de que o radioamador vá trabalhar na frequência de 7.0 Khz., até 7.2 Khz., deverá calcular a antena para o meio desta frequência indicada, mais ou menos em 7.1 Khz..

Para calcularmos o comprimento da antena, poderemos usar a seguinte formula :

$$\frac{300.000}{7.100} = 42,25 \text{ metros}$$

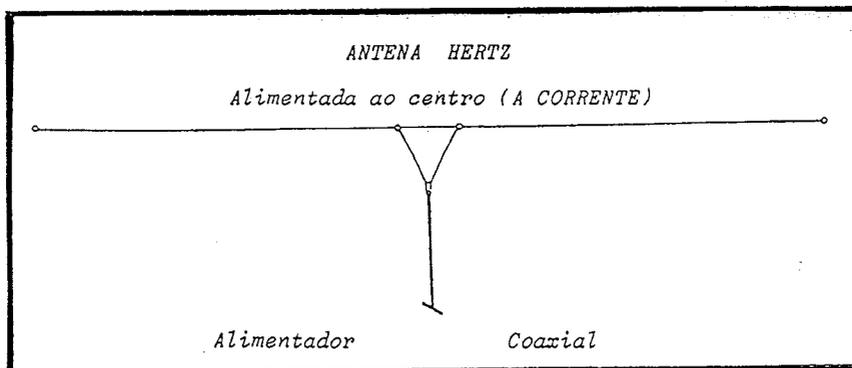


figura 50

Antena dipolo com alimentação central (linha coaxial)

**300.000** quilômetros por segundo é a velocidade das ondas eletromagnéticas no espaço livre.

**7.100 Khz.**, é a frequência de oscilações determinada, em que iremos operar o equipamento de radioamador.

Dividindo a velocidade, **300.000** por **7.100 Khz.**, ou seja, a frequência de trabalho, obtemos como resultado igual a **42,25**, assim obtivemos o comprimento da onda em metros.

Porém para construirmos a antena usaremos apenas a metade deste comprimento de onda, ou seja **21,12 metros**.

$$42,25 \div 2 = 21,12 \text{ metros}$$

Ainda somos obrigados a fazer um desconto de **5%** do comprimento obtido no calculo acima, pelo fenômeno chamado de efeito de pontas, ou seja menos **1,05 metros**, restando efetivamente como comprimento de  $\frac{1}{2}$  (meia onda), **20,075 metros**

$$21,12 \times 5\% = 1,05 \text{ metros}$$

$$21,12 - 1,05 = 20,07 \text{ metros}$$

Como existe o fenômeno de pontas num condutor usado como antena, se cortarmos a antena na frequência exata de trabalho, na realidade esta frequência ficará um pouco defasada em relação ao corte, de mais ou menos **5 %**.

Por este motivo existe a obrigação do desconto de 5%, no comprimento da onda.

Nunca devemos esquecer de que os cálculos e construções de antenas são regulados por princípios elétricos bastante rígidos, das leis da física.

No papel já temos o cálculo da antena dipolo HERTZ de meia onda, para mais ou menos a metade da banda, na frequência escolhida para trabalhar nos 40 metros da faixa do radioamador.

### CONSTRUINDO UMA ANTENA DIPOLO HERTZ

Já na prática estes 20,07 mts., dividiremos em duas partes iguais de 10,03 metros, (arestas da antena).

Cortamos dois pedaços de cabo ou fio rígido de cobre, daquele usado em instalações elétricas domiciliares, com aproximadamente 10,50 metros, cada pedaço.

Os pedaços de fio devem ser maiores do que o tamanho calculado, assim ao ligarmos no conector central e no isolador de porcelana haverá uma margem de sobra

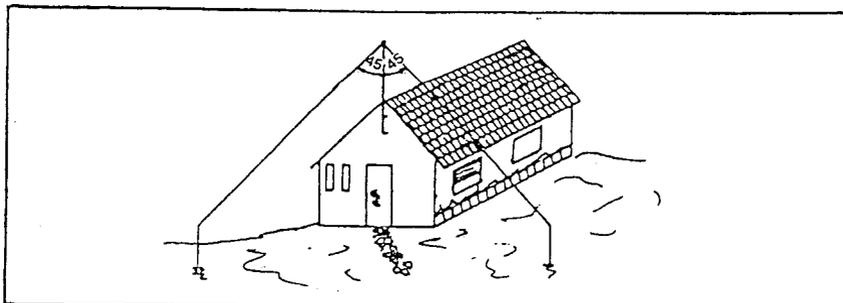


figura 51  
Antena dipolo "VEE" invertido

do material para ser feito o devido acabamento e ao final depois da antena pronta cortar estas sobras.

Com o conector central de antenas nas mãos (esta peça encontra-se a venda no comércio, já montada e selada para facilidade do montador da antena), um dos extremos de cada pedaço de fio liga-se ao conector central; na outra extremidade do fio fixa-se uma castanha de porcelana para a isolar e posteriormente servirá para esticar a antena no local apropriado.

Ainda do conector central de antenas, partirá o cabo

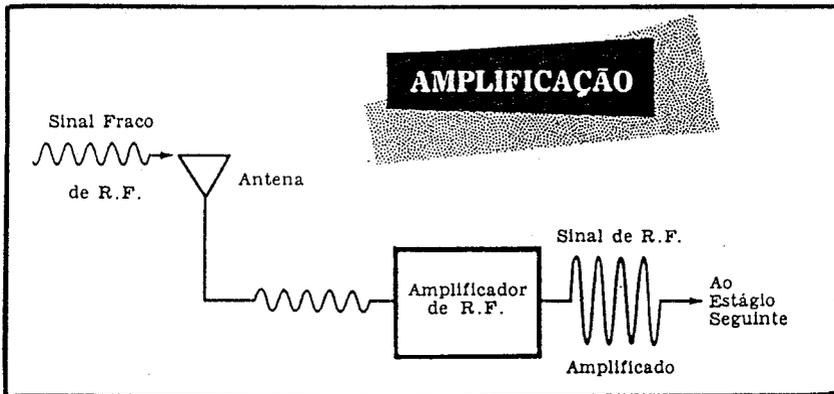


figura 52

Voce já sabe que um sinal emitido por um transmissor de rádio propaga-se pelo espaço até atingir um receptor algumas vezes a milhares de quilômetros de distância, o transmissor pode ter transmitido o sinal com milhares de Watts, mas o sinal que atinge a antena do receptor pode estar muito fraco na ordem de milionésimos de volt, amplificar sinais fracos é função do amplificador no receptor, interceptar o sinal é função da antena

de alimentação (cabo coaxial), para a conexão com o equipamento transceptor.

Muita atenção antes de fixar a castanha de porcelana na extremidade do fio, para a isolar da antena.

A medida da antena que obtivemos no cálculo, ou seja **10,03 mts. de cada lado**, agora passará a fazer parte fisicamente na antena da seguinte maneira :

Mediremos a partir do meio do conector central até a dobra do fio no isolador de porcelana, **10,03 mts.**

Já ao medirmos a antena pronta de um extremo ao outro, da dobra do fio de um isolador de porcelana até a outra dobra no outro isolador de porcelana, com o conector central já ligado no meio dos fios (arestas), todo o conjunto da antena deverá medir **20,07 metros**, fica certo e entendido de que o conector central faz parte integrante da medida, metade do conector central para cada lado.

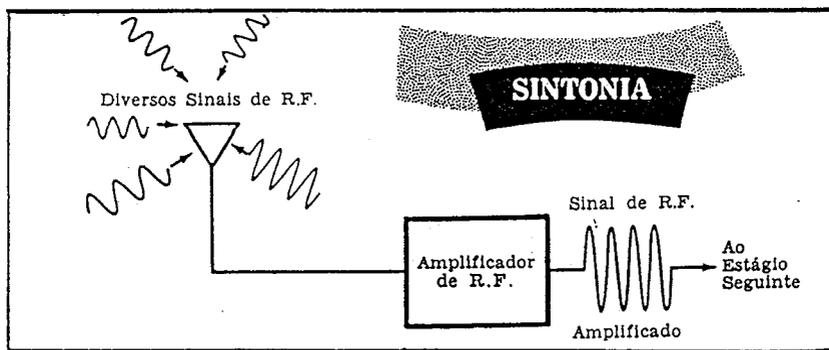


figura 53

Quando sintoniza-se um receptor ou transceptor ou ainda um conjunto de radar, varia-se a frequência de funcionamento do amplificador de R. F., o circuito de sintonia de um receptor é que separa os diversos sinais de R. F. recebidos pela antena.

**OS CUIDADOS PARA A INSTALAÇÃO DA ANTENA**

Devemos instalar esta antena em uma área livre e o mais alto possível.

Também devemos eleger o cabo de alimentação (cabo coaxial), para a conexão com o transceptor.

Uma antena dipolo HERTZ de meia onda, possui em seus extremos 600 ou mais HOMS., de impedância e em seu centro aproximadamente entre 50 até 73 HOMS., pois estes valores podem variar, segundo sua altura ou elementos físicos que a rodeiam.

Se a alimentação for pelos extremos (teremos ali a tensão), sendo alimentada pelo centro (teremos a corrente).

Se alimentarmos a antena por um dos seus extremos 600 HOMS., mais ou menos, deveremos usar uma linha aberta, que consiste em dois cabos de cobre, ligados à antena e separados por mais ou menos 15 centímetros (conforme mostra a figura de nº 44). este tipo de alimentação é impraticável nos equipamentos atuais do Serviço de Radioamador e dos Operadores da Faixa do Cidadão.

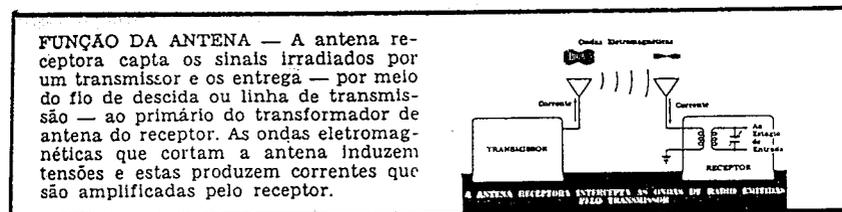


figura 54  
Função da antena

Ao alimentarmos esta antena pelo centro 50/73 HOMS., ou bem próximo a esta impedância, teremos que impregar um cabo coaxial entre os 50/73 HOMS.

Chamo a atenção do colega radioamador, para a resistência de irradiação, ou seja, a impedância da antena dipolo HERTZ, alimentada no centro é aproximadamente de 73 HOMS., mas nos casos práticos encontramos valores diferentes, como de 50 HOMS., até 73 HOMS., esta inconstância está relacionada com diversos fatores tais como : a altura em relação ao solo, e principalmente com obstáculos naturais ou artificiais que a rodeiam, porém a prática já nos ensinou de que um cabo coaxial de 50 HOMS é o que melhor se adapta com uma antena dipolo Hertz, sempre através de um balun e é o recomendado.

Se levarmos em conta que os transeptores na época atual projetados e fabricados para o Serviço de Radioamador tem por norma apresentar uma impedância de entrada de 50 HOMS., e conseqüentemente a linha de transmissão deve ter 50 HOMS., e a antena deve ser sintonizada para apresentar uma impedância de 50 HOMS., na freqüência de trabalho.

Assim a impedância característica da linha de transmissão e a impedância da antena devem ser iguais (casadas), para que toda a potência do transmissor seja irradiada corretamente, na prática o coaxial de 50 HOMS., tem se adaptado bem na dipolo Hertz, atinjindo 1.1 de R.O.E..

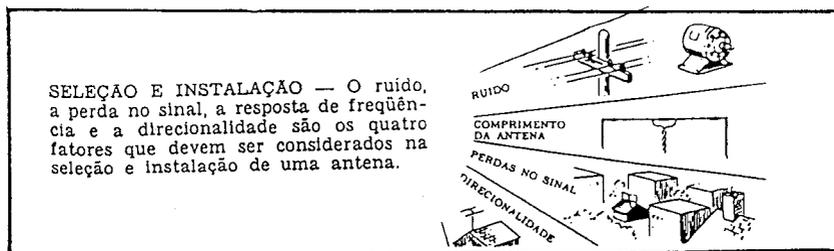


figura 55

## TIPOS DE LINHAS DE ALIMENTAÇÃO

Existem dois tipos de linhas de alimentação :  
Ressonantes e aperiódicas.

Cada uma destas linhas possuem características próprias, segundo a antena empregada.

Em sua forma física existem linhas de alimentação compostas de um só cabo, ou dois cabos separados (linha aberta); De condutores retorcidos; De condutores paralelos separados; De isoladores de plástico; E o cabo coaxial.

O cabo coaxial é um condutor metálico dentro de uma capa plástica e com uma malha metálica como blindagem, forrada por sua vez com um material plástico .

Existem as linhas abertas, que tem uma impedância entre 400 a 800 HOMS..

Os cabos rígidos estes usados para as instalações elétricas domiciliares, tem entre 50 a 80 HOMS., dependendo do quanto retorcidos.

### A IMPEDÂNCIA DE ENTRADA DE UM DIPOLO DE MEIA ONDA EQUIVALE A ...

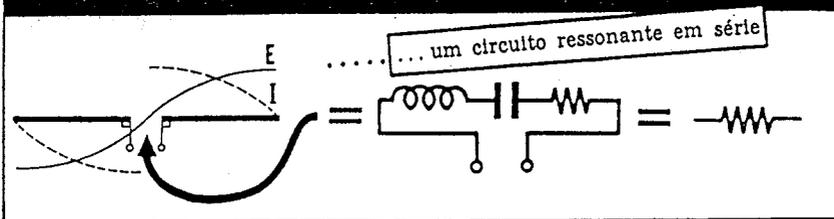


figura 56

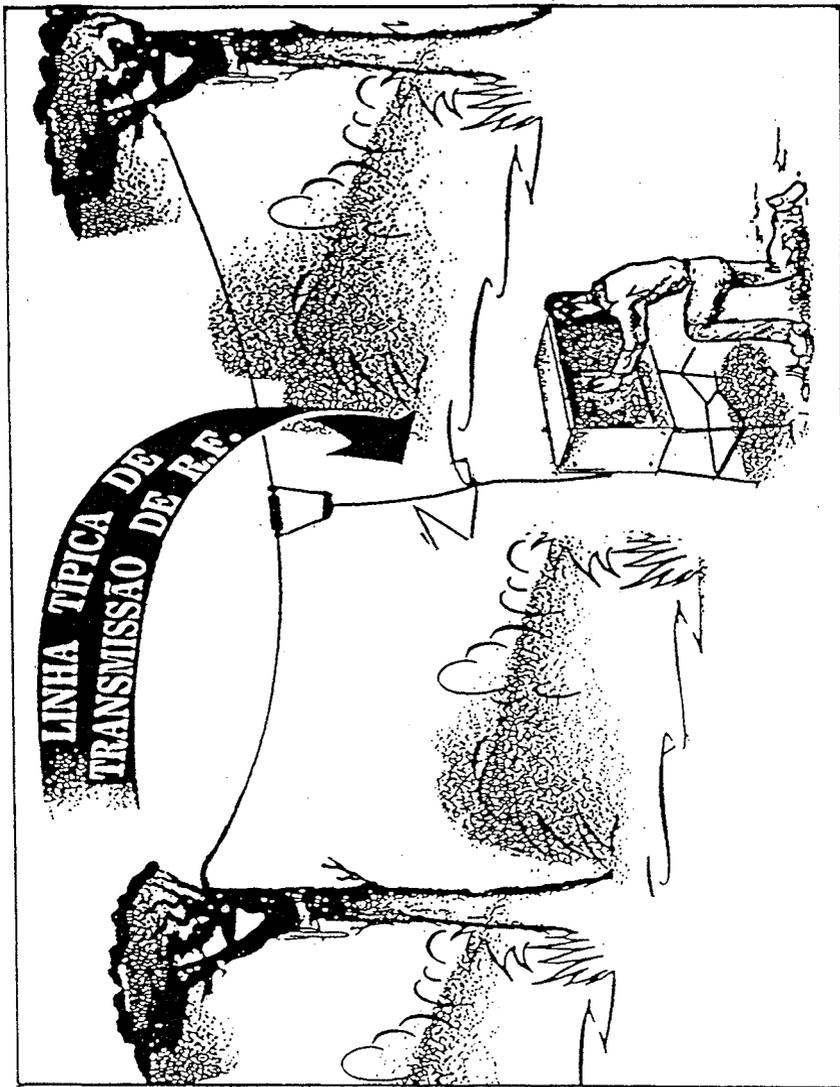


figura 57  
Uma típica linha de transmissão de R.F.,  
de radioamador em Dx'pedição

um circuito ressonante em série, ela pode apresentar propriedades indutivas ou capacitivas, à medida que varia a freqüência de R. F., aplicada à antena.

Quando a freqüência da R. F., é correta, a antena dipolo tem exatamente meio comprimento de onda e é ressonante em série; sua impedância é puramente resistiva e igual a resistência de irradiação.

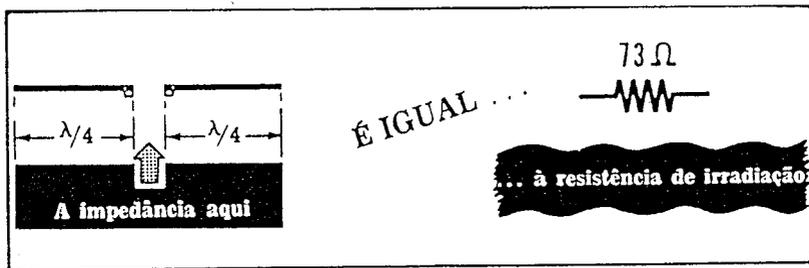


figura 58  
A impedância é igual a resistência

Em transmissão, sempre é desejável que a antena ofereça uma carga resistiva à linha de transmissão, de modo que o máximo de energia seja absorvido e irradiado pela antena.

O que se chama impedância característica de uma linha de alimentação, é o valor em HOMS., que se encontra distribuído em toda a linha.

O tipo de condutor, cabo coaxial, tem vários modelos e também diversos valores de impedância, abaixo relacionados os mais utilizados pelos radioamadores entre muitos outros :

<b>RG 8 U - 52 HOMS</b>	<b>RG 14 U - 52 HOMS</b>
<b>RG 11 U - 75 HOMS</b>	<b>RG 58 U - 50 HOMS</b>
<b>RG 22 U - 95 HOMS</b>	<b>RG 59 U - 75 HOMS</b>

Quando se emprega um cabo coaxial acoplado a uma antena dipolo HERTZ há que se empregar um BALUM, entre a antena e o cabo coaxial a fim de cancelar os campos na linha, adaptando-se a antena equilibrada e a linha não equilibrada (aperiódica).

O balum normalmente é construído com bobinas de diversas espiras, existem baluns de relação 1 por 1, como também 1 por 4.

O colega radioamador pode instalar sua antena dipolo HERTZ, de meia onda, alimentada em seu centro, com cabo coaxial entre 50 a 73 HOMS., e balum 1 por 1, o Colega poderá utilizar o cabo coaxial de 50 HOMS., que é igual a entrada do seu transceptor de radioamador e que na prática adapta-se bem na antena dipolo Hertz.

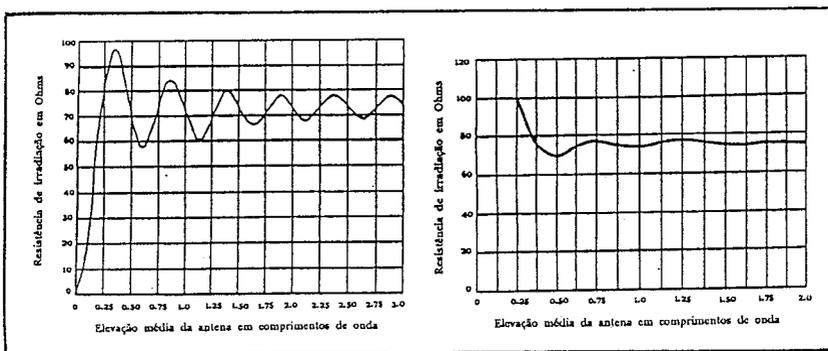


figura 59

figura 60

Curvas de irradiação

O balun, adaptará a antena simétrica ao cabo coaxial assimétrico, evitando assim irradiações pelo cabo.

O balun é colocado no centro da antena, com esta colocação substituiremos o conector central de antenas, sendo esta colocação muito importante a fim de evitar interferências indesejáveis em receptores de televisão, próximos à antena ou cabo coaxial.

A figura nº 59, mostra a curva de resistência de irradiação de uma antena de meia onda polarizada horizontalmente.

A figura nº 60, mostra a curva de resistência de irradiação de uma antena de meia onda polarizada verticalmente.

As curvas de resistência da irradiação acima ilustradas correspondem as antenas bem elevadas do solo, além de estarem instaladas sobre um solo perfeitamente condutor.

O efeito que uma irradiação sofre sobre um solo imperfeito é a de reduzir a amplitude da oscilação,

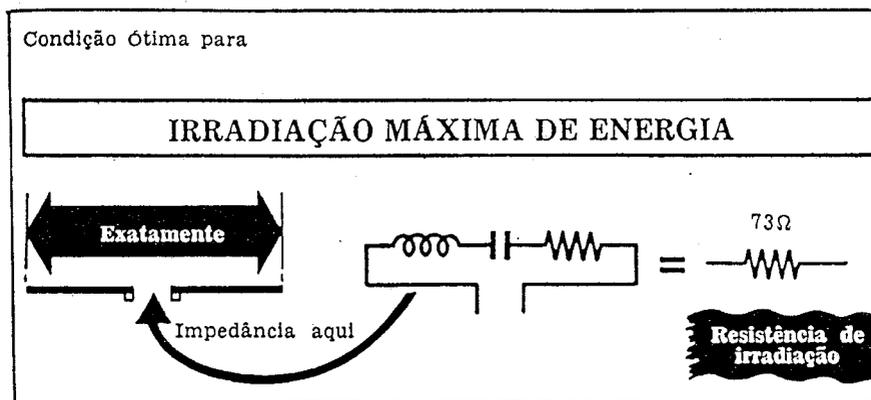


figura 61

havendo também um desvio na curva de irradiação dependendo das constantes do terreno.

Os cálculos e a teoria nos indicam uma impedância do cabo coaxial entre 50 e 73 HOMS., acontece porém que a experiência e a prática nos ensinou de que podemos utilizar-se do cabo coaxial de 50 HOMS., que é igual a entrada do transceptor de radioamador e adapta-se bem na antena dipolo Hertz.

## **AJUSTE DE ANTENAS COM AJUDA DAS MEDIDAS DE INTENSIDADE DE CAMPO**

Quando se emprega um medidor de intensidade de campo, devemos ter em conta certas considerações para evitar erros ou falsas interpretações.

Dentre elas se indica a continuação das mais importantes.

Primeiramente há que se levar em conta os objetos circundantes, especialmente linhas de energia elétrica ou telefônicas que podem induzir tensões sobre o medidor de intensidade de campo de tal forma que fica impossível a determinação exata da direcionalidade de uma antena.

Uma importante precaução a ser tomada consiste em colocar o medidor de intensidade de campo ou pelo menos, a unidade captadora do aparelho, se este é do tipo que permite indicações a distância, numa distância há um número suficiente de comprimentos de onda da antena principal, para que seja insignificante sua impedância mútua.

Em caso de um dipolo, a distância de separação necessária será só de 1 ou 2 comprimentos de onda, porém em caso de um sistema altamente direcional pode ser necessário emprender uma distância de separação de 10 ou mais comprimentos de onda, afim de reduzir a impedância a um valor insignificante.

Esta consideração é especialmente importante quando o medidor de intensidade de campo utiliza um dipolo ressonante como antena.

A antena receptora do medidor de intensidade de campo sempre deve ser orientado de maneira que fique com a mesma polarização da antena principal que esta sob prova.

Se esta ultima possuir um sistema giratório, é preferível coloca-la em uma posição inicial, em seguida colocar o medidor de intensidade de campo em uma posição fixa, girando a antena principal que esta sob prova, ao invés de deixar a antena sob prova fixa e tomar as leituras do medidor percorrendo um circulo de raio fixo abaixo da antena.

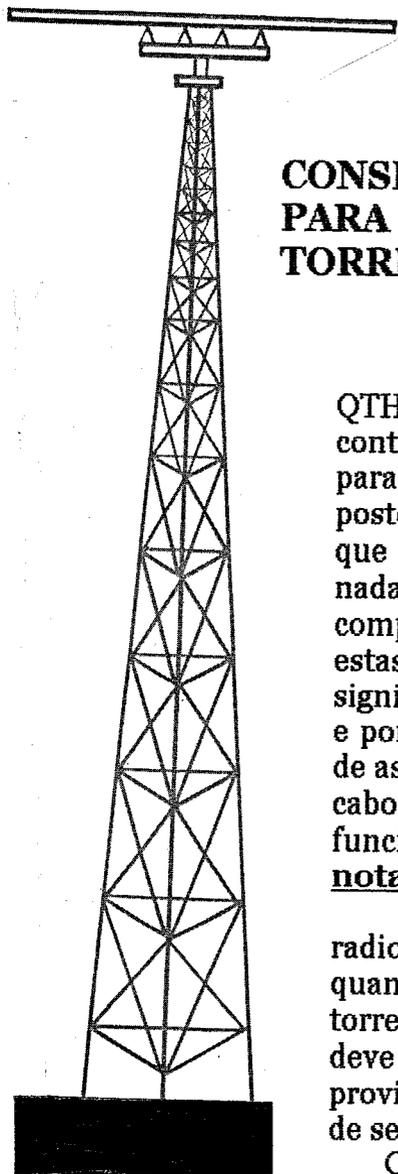
Esta indicação é particularmente conveniente quando os objetos circundantes afetam a antena distorcendo a característica horizontal ao nível do solo e a antena deverá ser utilizada para a comunicação por onda espacial.

Quando se emprega a polarização vertical, a antena principal sob prova e o medidor de intensidade de campo devem estar separados por no mínimo em um comprimento de onda sobre o solo e de dois comprimentos de onda entre a antena e o medidor.

A maioria das vezes a maior parte da energia que chega ao medidor de intensidade de campo se faz pela onda de superficie, mesmo nas frequências compreendidas dentro da gama de frequências ultraelevadas.

Deve-se sempre ter em mente que a intensidade da onda de superficie é bastante sencível tanto na altura da antena como nas proximidades do solo.

Na página 219, iremos encontrar o esquema de um ondometro de construção caseira (figura 92), muito simples de construir e é de grande ajuda para o colega radioamador.



## CONSIDERAÇÕES GERAIS PARA A INSTALAÇÃO DE TORRES DE ANTENAS

Antes de colocar uma torre no QTH, o radioamador deve levar em conta várias previsões para o futuro para não ter que realizar posteriores reformas e remendos, que na maioria das vezes não fica nada bom, além de as vezes comprometer a própria torre e estas reformas e remendos significam mais gastos para o bolso e por outro lado existe a obrigação de assegurar-se que os sistemas de cabos esticadores fixados na torre funcionem adequadamente.

### nota importante :

É muito importante que cada radioamador iniciante ou veterano quando determina instalar uma torre para antenas no seu QTH, deve antes de mais nada providenciar a compra de um cinto de segurança e um capacete.

O radioamador nunca e jamais

deve subir em uma torre sem o competente cinto de segurança, mais o respectivo capacete, pois toda a subida na torre sempre oferece riscos de queda e de vida, portanto é melhor prevenir do que remediar, ainda para o seu conhecimento informo que, os melhores malabaristas do mundo que não usaram o cinto de segurança já não fazem mais parte deste nosso mundo, que é uma grande pena.

É muito comum que na torre seja alojado sistemas de antenas de HF, VHF e UHF, porém o ideal é colocar cada sistema em torre separada, mas por razões econômicas não é comum na generalidade dos casos.

Para a instalações de antenas de VHF e UHF e para se ter um melhor e maior rendimento das mesmas, deve-se instalar torres mais altas, se existir condições

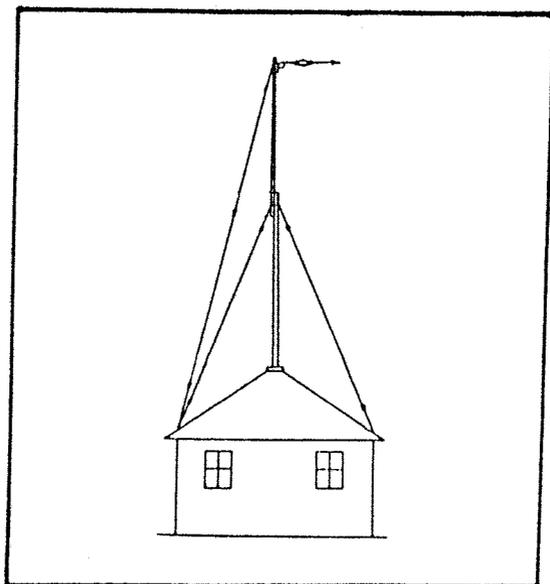


figura 62

Uma das maneiras para instalar mastro sobre o telhado de uma garagem

para tanto, desta maneira pode-se ultrapassar a maioria dos obstáculos que as rodeiam.

Porém também devemos ter em conta que para maior altura da torre, devemos utilizar uma linha de alimentação mais longa, entre o transmissor e a antena, pelo que nunca devemos esquecer que quando aumentamos o comprimento da linha de alimentação produzimos incrementos de perdas e estas perdas aumentam a medida que cresce a frequência.

Geralmente utiliza-se um cabo coaxial, porém esta não é a única linha de alimentação usada pelo radioamador, mas é a mais prática por causa de sua isolação e a facilidade de sua instalação entre a antena e o transmissor dentro do shack.

As considerações para definir a eleição do cabo coaxial são muito extensas, pelo que somente nos limitamos pelo mais prático.

São de 50 a 75 Ohms e na atualidade nós encontraremos um amplo sortimento de cabos coaxiais a um preço muito acessível.

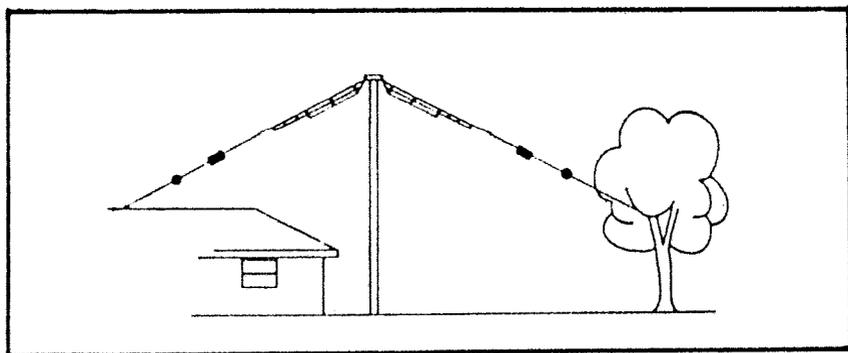


figura 63

Uma das maneiras para instalação de antena VEE invertido

Os cabos de maior isolação são os do tipo dialético sólido com isolação a ar, o de isolamento duplo do tipo dietético sólido é um isolamento metálico mais a malha denominados de semi-rígidos.

### COLOCAÇÃO DA TORRE

Temos sempre que levar em consideração se a torre é de construção artesanal ou comercial.

Pre vemos que a maioria dos radioamadores são da classe iniciante e geralmente pensam em usar apenas equipamentos para VHF empregando uma antena omnidirecional tipo "Ringo", porém com o passar do tempo o radioamador verá a necessidade de serem instaladas outra antenas em sua torre, que cubram as bandas de 160, 80, 40, bem como antenas direcionais para as bandas mais utilizadas.

Por tanto é conveniente prever o possível local na

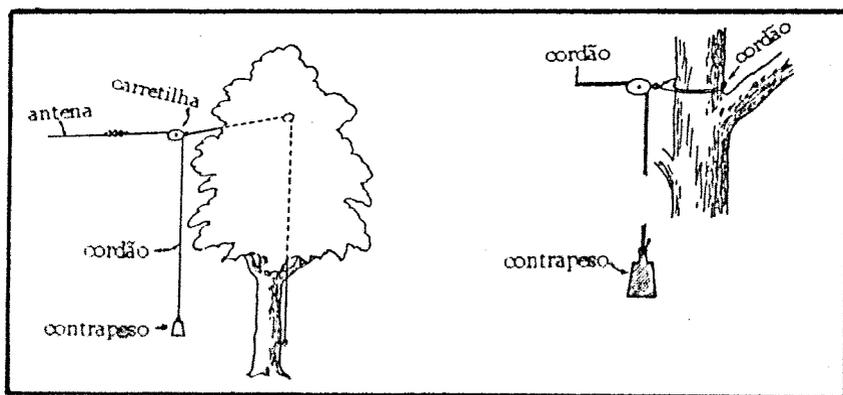


figura 64

Sugestão para instalar antenas em arvores

torre para a instalação do rotor, para que gire estas últimas antenas e na falta do motor um possível sistema de rotação manual.

De maneira que é necessário preparar a parte superior da torre para a passagem do eixo através de uma roleman, para sustentar o peso das antenas direcionais, deixando ao rotor apenas e somente a função de girar as mesmas.

Os cabos coaxiais devem ser baixados pelo interior da torre e presos com "arame" da alumínio ou cobre pois estes não enferrujam, evitar ao máximo o emprego de fitas plásticas, pois essas fitas retêm a umidade em todos os pontos de sustentação entre os cabos e a torre, provocando na maioria das vezes a deterioração dos cabos além de provocarem a ferrugem nos pontos em contato com a torre, que as vezes inutiliza estas de maneira perigosa.

A altura da torre deverá estar considerada em

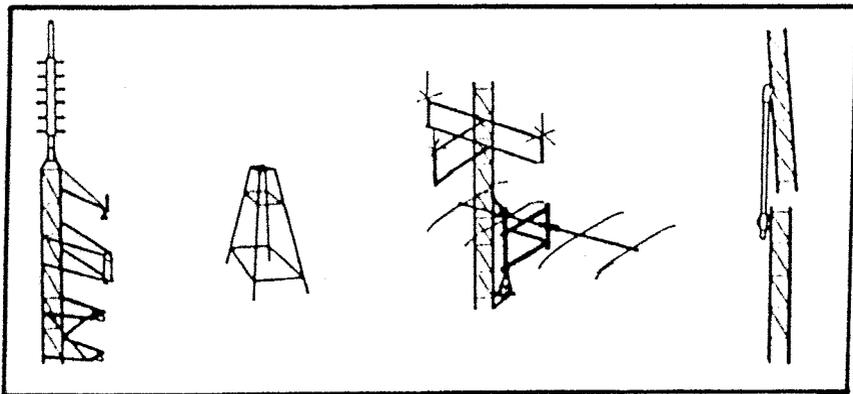


figura 65  
Vista de diversas torres

relação ao ângulo de irradiação das antenas e desta maneira aproveitar das reflexões terrestres de modo tal que reforce a irradiação no espaço livre dentro do ângulo mais desejado.

Como geralmente resulta mais efetivo dispor de ângulos pequenos de irradiação, a altura da antena deve ser alta, aproximadamente de  $1/2$ , ou  $3/4$  de onda, anote que, um comprimento de onda em 14 mhz é um comprimento ou mais de onda em 28 MHz.

A altura física necessária para uma altura determinada em comprimento de onda, diminui a medida que se aumenta a freqüência, o que dificulta na maioria dos casos instalar antenas a alturas razoáveis.

Assim podemos ver que para os 14 mhz  $1/2$  comprimento de onda representa 10,50 mts., e esta mesma altura serve para um comprimento de onda completo em 28 mhz., se tomarmos em conta as bandas de 7 ou 3,5 mhz e freqüências menores notamos que os grandes ângulos de irradiação ficam favorecidos.

De maneira que facilmente podemos chegar a seguinte conclusão : que a altura da torre situada entre 10 a 21 mts. são suficientes para a todas as bandas de HF., com preferência alturas maiores para quando seja possível.

Outra consideração muito importante é relativa ao estaiamento das torres, sempre levando em conta a possibilidade de ventos fortes, por isso é conveniente usar arame nº12 ou 10 ou cabos de aço retorcidos onde existe a possibilidades da incidência de ventos bem fortes e a altura das torres superem os 10 mts.

Para realizar um cálculo aproximado do comprimento dos tirantes de estaiamento, devemos empregar a formula dos triângulos retângulos : a soma

dos quadrados e dos catetos, é igual ao quadrado da hipotenusa.

De maneira que a distância desde a base da torre até o seu topo deve ser medido e elevado ao quadrado, logo se soma o quadrado da altura onde de fixará o tirante para o estal, a raiz quadrada desta soma será o comprimento do tirante a ser cortado.

### COLOCAÇÃO DE ISOLADORES NOS TIRANTES DO ESTAL

Por razões econômicas, geralmente utilizamos uma única torre para antenas de HF, e antenas de frequências mais altas (VHF, UHF etc.), na realidade existe um pequeno problema de ressonância no estaiamento da torre que se nota muito mais em HF., para resolve-lo é bem simples, para tanto basta colocar isoladores nos tirantes.

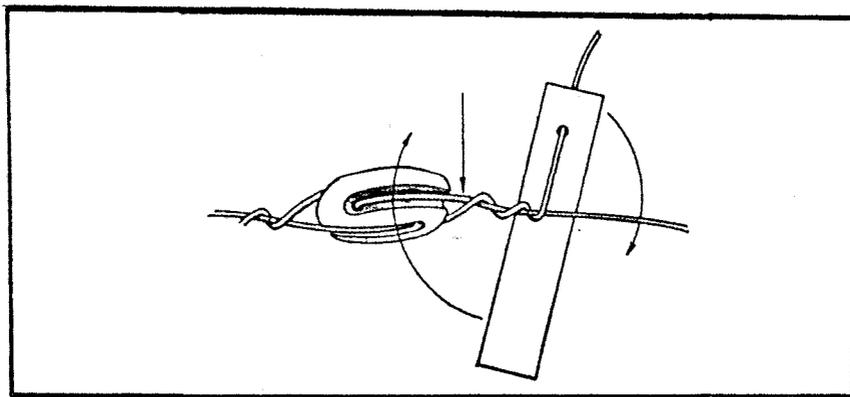


figura 66

Ferramenta útil e simples para enrolar o arame em volta de si mesmo

Para resolver esse pequeno problema, devemos colocar o primeiro isolador a um metro do extremo superior do tirante de estal e os seguintes a 7,50 mts., até chegar ao suporte de fixação do tirante.

Estes comprimentos resultam não ressonantes nas freqüências fundamentais e armonicadas.

Quando uma antena de HF., é instalada junto a antenas de maior freqüências como VHF e UHF existe a necessidade de se colocar um isolador a cada metro, para utilizarmos freqüência mais elevadas pode-se empregar a seguinte formula

$$112,5/\text{freq. (mhz)} =$$

e o resultado se multiplica por 2, por 3 etc..

### INSTALAÇÃO DE ANTENAS

Levando em consideração a instalação de antenas, é obvio que a maior tentação está na banda do VHF, onde se encontra a maioria dos radioamadores novatos que por sua vez se interessam pelas antenas de meia onda, representadas por um só condutor, com um comprimento igual a metade de meia onda que se vai emitir.

Também tem muita importância o calibre (diâmetro) do condutor, que afeta diretamente a impedância de uma antena em relação ao diâmetro/comprimento do condutor.

Se utilizarmos um diâmetro grosso, a capacidade por unidade de comprimento aumenta e diminui a indutância pela mesma unidade.

Em outras palavras se o condutor de uma antena e mais grosso digamos por exemplo mais de 6 m/m., terá

diminuído o "Q" da antena de tal forma que sua ressonância seja menos aguda, de maneira que esta antena seja capaz de abraçar uma gama muito ampla de freqüências.

Todo isto reveste uma maior importância nas freqüências mais elevadas porque o comprimento de onda é menor.

### ANTENAS "V" INVERTIDAS

Por último trataremos de uma antena não muito direcional, pois todas as antenas irradiam mais para uma direção em detrimento a todas as outras direções e a antena "V" Invertido é que possui a maior popularidade entre os radioamadores, essa popularidade resulta por esta antena se adaptar a terrenos e lugares, mais reduzidos.

Esta antena requer para a sua instalação uma torre ou poste para suporta-la e tem a particularidade de comportar-se com uma irradiação bastante omnidirecional, isto sempre que é cortada para uma só banda.

Se fizermos uma antena multibanda (bigode de Gato por exemplo), com um só cabo de alimentação coaxial, aumentamos sua condição direcional sobre tudo acima dos 40 metros (7 MHz),

Devemos ter especial atenção para que as arestas da antena "V" invertido tenham uma abertura de 90 graus e que também podem funcionar adequadamente entre os 90 e 120 graus.

A fórmula para medir as arestas da antena dipolo "V" invertido é igual ao dipolo reto, as vezes devido aos extremos da antena estarem muito próximos da terra,

devem ficar um pouco mais curtas do que o cálculo efetuado.

Tudo isto apresenta variações dependendo de vários fatores :

Propriedades do terreno, objetos próximos aos extremos da antena.

Nestes casos temos que variar o VFO do transmissor desde a frequência em que havíamos calculado a antena, até encontrarmos o ponto de frequência ressonante.

Voltamos a calcular o comprimento da antena na nova frequência teremos um resultado deferente do primeiro cálculo assim teremos uma idéia aproximada de quanto teremos que cortar das arestas para encurtar ou alongar a antena dipolo "V" invertido.

Muitas vezes conseguimos a ressonância da antena no corte calculado simplesmente e apenas baixando ou subindo o angulo das arestas, ajuste este que deve ser monitorado através de um medidor de R O E, para a mínima ROE possível.

# OUTRAS ANTENAS

Existe a possibilidade de não haver lugar suficiente para instalar uma antena dipolo HERTZ de meia onda, dentro do QTH do colega radioamador, no sentido horizontal.

Podemos talvez instalar uma antena dipolo HERTZ de meia onda em Vee invertido, em local pequeno, este tipo de antena economiza espaço.

De maneira que o mastro, torre, poste ou cano de ferro (como se vê na figura nº 67), é justamente o centro da antena, os irradiantes (arestas), são esticados na forma de um Vee invertido, sendo que este formato lhe empresta o nome.

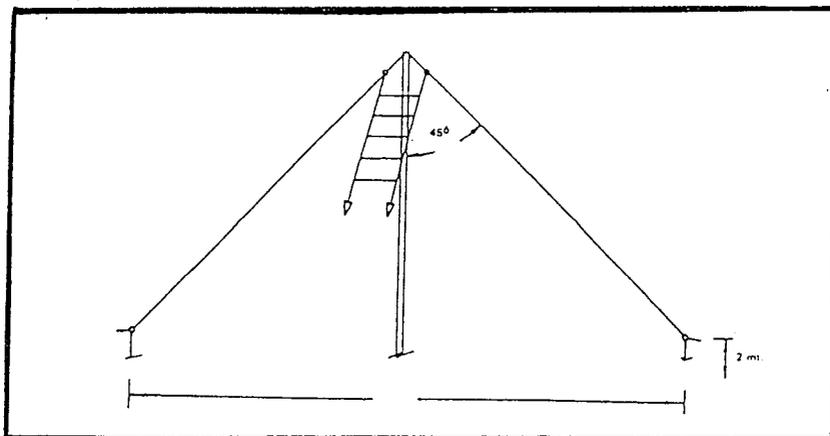
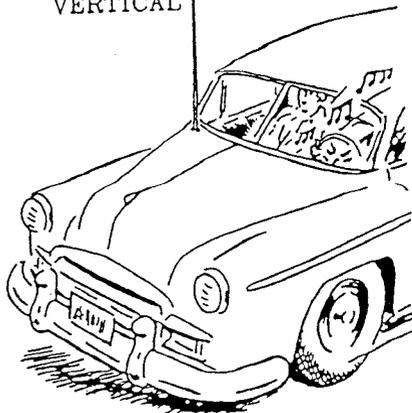


figura 67

Antena em V invertido alimentada por linha aberta ou cabo coaxial

Quando a falta de espaço não permite a montagem de uma antena horizontal, usa-se uma antena vertical. As antenas verticais, feitas com tubos extensíveis de 90 cm a 4 m de altura, são usadas comumente nos receptores para automóveis e nos receptores portáteis e, algumas vezes, nos aparelhos domésticos. Um condutor singelo liga o contato da base da antena ao primário da bobina (transformador) de antena do receptor. O outro extremo do primário é ligado à massa.

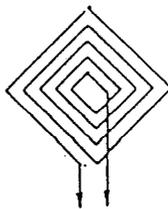
ANTENA  
VERTICAL



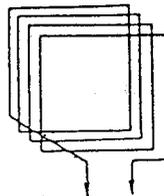
TIPO DE ANTENA  
DE QUADRO USADO  
EM EQUIPAMENTO  
PARA GONIOMETRIA



A antena de quadro é altamente direcional. Quando sua borda é dirigida para o transmissor, o sinal captado é máximo; quando o seu lado plano é dirigido para o transmissor, o sinal recebido é mínimo. Graças a esta propriedade, este tipo de antena é útil para os radiofaróis e radiogoniômetros.



ANTENAS DE  
QUADRO



Outro tipo de antena, usado nos rádios portáteis e domésticos é a antena de quadro. O quadro consiste de uma bobina de fio ligada aos dois extremos do primário da bobina de antena.

figura 68

Alguns tipos de antenas para diversos usos

Aqui temos a antena chamada de Vee invertido, que na realidade trata-se de uma antena dipolo HERTZ de meia onda, que ao invés dos irradiantes estaremesticados no sentido horizontal, aqui encontra-se esticados no sentido de Vee invertido.

Como é uma antena dipolo HERTZ de meia onda, o cálculo será como já explicado anteriormente.

De acordo com a figura nº 67, podemos observar que para sua alimentação podemos utilizar uma linha aberta (não recomendada para os equipos fabricadas na atualidade), ou um cabo coaxial de 50 HOMs., usando um balun (recomendado para o colega radioamador), para casar com a entrada do seu emissor/receptor, apesar de existir uma pequena deferença homica na entrada da antena.

O balun deverá ser de relação 1 por 1.

Na instalação de uma antena dipolo HERTZ em Vee invertido teremos que cuidar de certos detalhes :

Verificar para que entre o mastro central e os irradiantes seja formado um ângulo aberto evitando-se ângulos agudos.

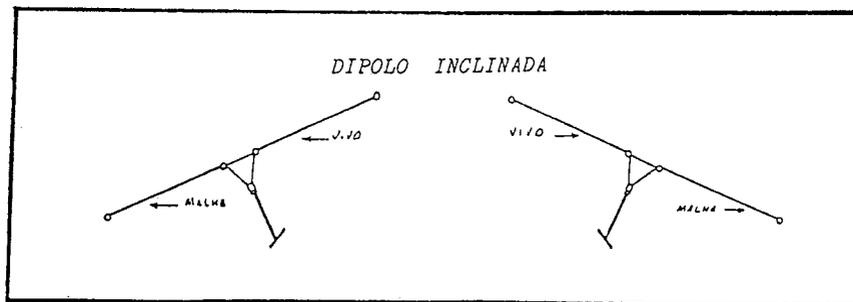


figura 69  
dipolo inclinada

Se o mastro central tiver 10,00 metros de altura a antena estará mais ou menos a 2,00 metros acima do solo, conforme mostra a figura nº 67.

Recomenda-se o equivalente a 3 meias ondas a altura mínima para a instalação da antena, ou quanto mais alto melhor é a regra, mais na prática as vezes somos obrigados a não respeitar esta altura e como toda ação tem uma reação, existem prejuízos sim, para a transmissão da onda eletromagnética, mas o que fazer.

As medidas da antena dipolo HERTZ de meia onda, horizontal, são as mesmas para as dipolo HERTZ inclinadas, devendo apenas o colega radioamador observar com muito cuidado que nas antenas dipolos HERTZ inclinadas a malha do cabo coaxial sempre deverá estar ligado ao irradiante (aresta), mais baixa da antena; consequentemente o fio interno do cabo coaxial (vivo), deverá sempre ser conectado ao irradiante (aresta), mais alta do dipolo HERTZ inclinado, ver figura nº 69.

Muito se poderia falar sobre as várias formas de antenas e não quero esquecer das antenas verticais, com ou sem o plano terra, as que são cortadas para 1/2 onda, ou para 1/4 de onda.

Aquelas que por seu comprimento, são difíceis de instalar em locais pequenos e podem ser encurtadas,



figura 70  
Antena em "L" invertido

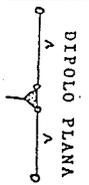
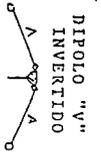
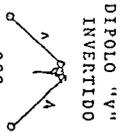
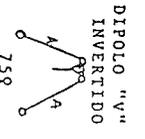
devendo-se acrescentar a antena bobinas de carga para que possa trabalhar na banda desejada, das direcionais de 1 ou 2 ou mais elementos, das quadras e etc.

Como estamos falando de outras antenas neste capítulo vou aproveitar aqui o ensejo de apresentar diversas tabelas já calculadas para os nossos colegas radio-operadores da Faixa do Cidadão, tabelas estas cobrindo até 60 canais nas frequências de 27.000 Khz., até 27.500 KHz., além de mostrar as diversas formas de antenas e conjuntos :

Dipolo plana,  
Dipolo em V invertido e em diversos  
ângulos,  
Dipolo inclinada,  
Dipolos Aranha, conjunto de diversas  
antenas,  
Dipolos Leque, conjunto de diversas  
antenas,

Estas formas de conjuntos de antenas também podem ser utilizadas pelos colegas radioamadores, para tanto deverá ser calculada cada antena individualmente e para cada frequência de trabalho, depois ajusta-se o menor R.O.E. para o conjunto todo.

Esta forma de utilizar conjuntos de antenas é muito interessante para o colega radioamador pois além de economizar espaço também economiza cabos coaxiais o que os torna muito atraentes, como podemos ver nas tabelas das páginas seguintes de nº 130; 131 e 132.

RÁDIO	FREQUENCIA DE RESSONÂNCIA	COBERTURA CANAIS	DIPLO PLANA 	DIPLO "V" INVERTIDO 	DIPLO "V" INVERTIDO 	DIPLO "V" INVERTIDO 
23 CANAIS	27,085 MHZ	1 a 23	1209 a 1809 $A = 2,63^4$ M	1059 $A = 2,64^7$ M	909 $A = 2,67^8$ M	$A = 2,73^5$ M
40 CANAIS	27,205 MHZ	1 a 40	$A = 2,62^2$ M	$A = 2,63^5$ M	$A = 2,66^6$ M	$A = 2,72^3$ M
60 CANAIS	27,305 NHZ	1 a 60	$A = 2,61^3$ M	$A = 2,62^5$ M	$A = 2,65^7$ M	$A = 2,71^3$ M

OBS: AS MEDIDAS PARA DIPLO PLANA, SÃO AS MESMAS PARA AS DIPLOS INCLINADAS, DEVENDO-SE APENAS OBSERVAR QUE NAS DIPLOS INCLINADAS A MALHA DO COAXIAL DEVE SEMPRE ESTAR LIGADA AO BRAÇO MAIS BAIXO DA ANTENA - CONSEQUENTEMENTE O FIO INTERNO DO COAXIAL DEVE SEMPRE CONECTADO A PARTE MAIS ALTA DA DIPLO INCLINADA.

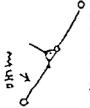
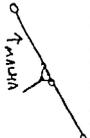
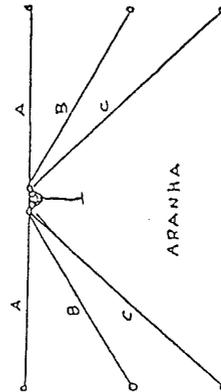


Tabela de sistemas irradiantes para a Faixa do Cidadão

1) DIPOLO MULTI-BANDA - ARANHA

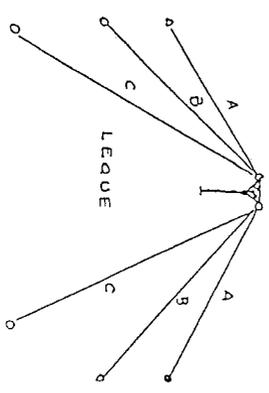
RÁDIO	BRAÇO	ÂNGULO "V" INVERTIDO	FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA	COBERTURA CANAIS	MEDIDAS CADA LADO
40 CANAIS	A	120°/180°	27,040	1 a 13	2,63 <sup>8</sup> M
	B	105°	27,205	14 a 26	2,63 <sup>5</sup> M
	C	90°	27,335	27 a 40	2,66 <sup>6</sup> M
60 CANAIS	A	120°/180°	27,085	1 a 20	2,63 <sup>4</sup> M
	B	105°	27,305	21 a 40	2,82 <sup>5</sup> M
	C	90°	27,505	41 a 50	2,63 <sup>7</sup> M



Conjuntos de diversas antenas para a Faixa do Cidadão

2) DIPOLO MULTI-BANDA - LEQUE

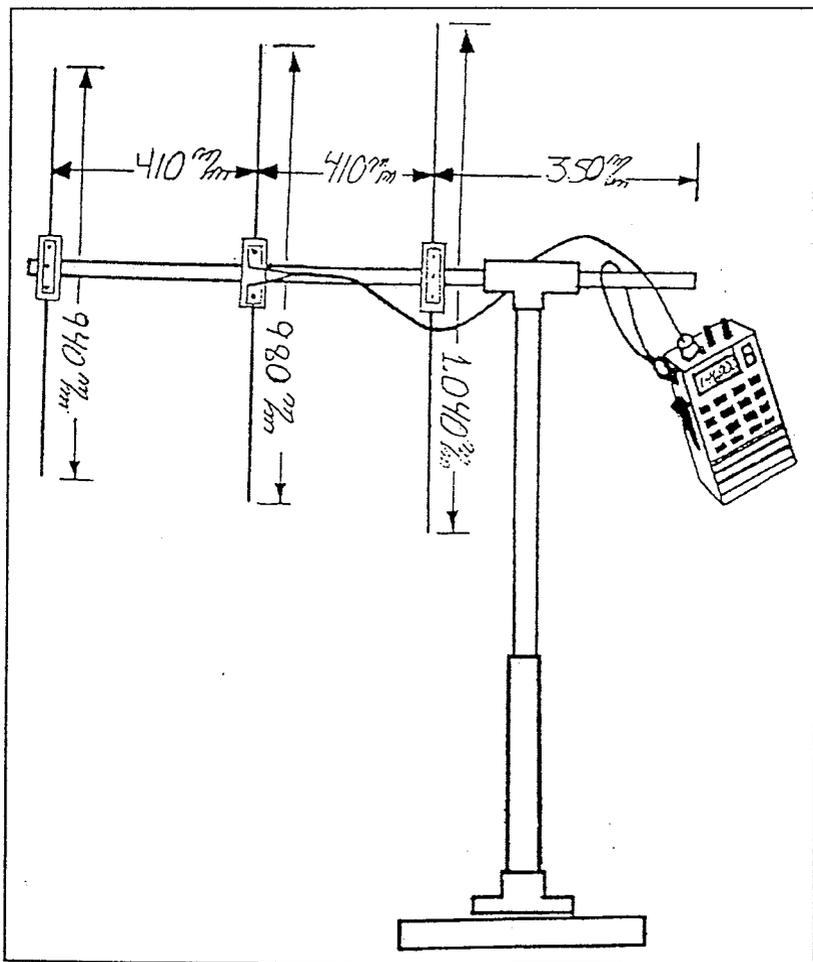
RADIO	BRAÇO	ÂNGULO "v" INVERTIDO	FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA	COBERTURA CANAIS	MEDIDAS CADA LADO
40 CANAIS	A	105º	27,040	1 a 13	2,651 M
	B	90º	27,205	14 a 26	2,666 M
	C	75º	27,335	27 a 40	2,710 M
60 CANAIS	A	105º	27,085	1 a 20	2,647 M
	B	90º	27,305	21 a 40	2,657 M
	C	75º	27,505	41 a 60	2,693 M



Conjuntos de diversas antenas para a Faixa do Cidadão

**UMA ANTENA DIRECIONAL PARA "HT"**  
**V.H.F.** **144 MHz**

**3 elementos + ou - 6 dB de ganho**



**figura 71**  
**Vista do suporte e da antena para HT**

Quero aproveitar esta oportunidade e passar ao colega radioamador a receita de uma antena muito simples em sua construção para a faixa do V.H.F., 144 MHz., com razoável ganho de irradiação/recepção.

Esta antena de simples construção, pode atender ao colega radioamador em operação portátil ou mesmo em rede de emergência de sua localidade, pois a mesma apresenta características de uma antena portátil, porém direcional, auto sustentável, compacta, de rotação manual rápida de montar e desmontar e o mais importante com mais ou menos 6 dB de ganho.

Pela simplicidade de construção desta antena e seu suporte, creio não ser necessário maiores detalhes, basta

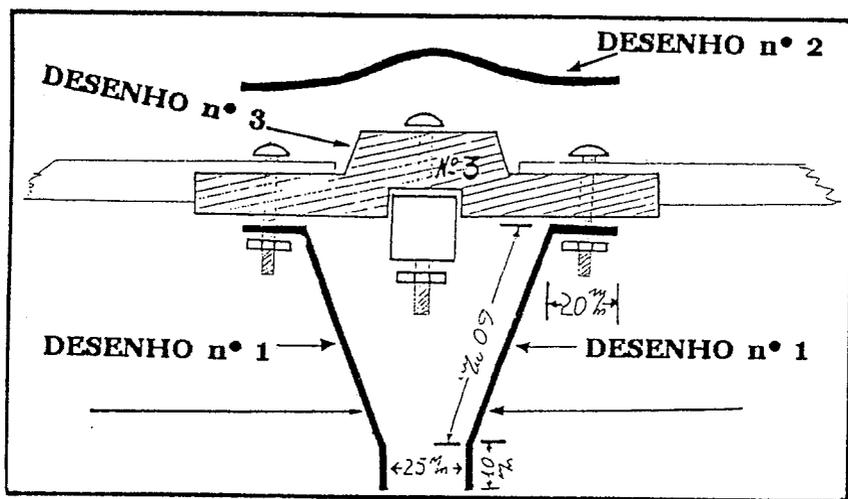


figura 72

Detalhes da montagem dos suportes das varetas

---

para isso somente acompanhar os desenhos e as medidas..

O que torna verdadeiramente simples a construção desta antena, é o fato dela ter sido projetada para que sua resistência de irradiação se situe dentro dos 50 HOMS., possibilitando conexão direta do cabo coaxial com a antena sem a necessidade da construção dos complicados acopladores "gama" ou "delta math".

## MONTAGEM :

A figura nº 71, mostra em detalhes o conjunto montado :

H.T.,  
Antena,  
Cabo coaxial,  
Suporte.

A figura nº 72, mostra em detalhes a construção do Dipolo irradiante.

Esta figura também deve ser tomada como base na construção do Refletor e do Diretor cuja única diferença, será a seguinte :

### A) -Dipolo irradiante -

Exclusão da fita de cobre , figura nº 72 desenho nº 2, deve-se montar 2 fitas de cobre para a entrada da linha de transmissão (cabo coaxial), como se vê na figura nº 72, desenho nº 1 e figura nº 74, desenho nº 1.

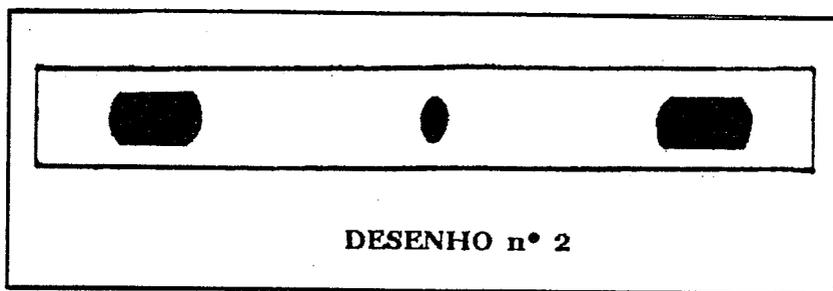


figura 73  
Detalhe da fita de cobre

**B)- Diretor e Refletor -**

Inclusão das fitas de cobre de interligação das varetas, (na falta destas podemos usar fio de cobre), (figura nº 73, desenho nº 2).

Estas fitas de cobre, somente serão para o **Diretor** e o **Refletor**, interligando as duas metades das varetas, sendo fixada pelos mesmos parafusos que fixam as varetas no suporte isolador de plástico, como se vê na figura nº 72.

**Dipolo irradiante** figura nº 72, deve ser montado sem a fita de cobre curto-circuitadora.

Quanto ao suporte isolador de plástico das varetas (se vê na figura nº 72, desenho nº 3), trata se de um suporte isolador de plástico usado para antenas de televisão, facilmente encontradas no comercio ou na sucata da sua velha antena de televisão amontoada lá num canto do quintal da sua casa.

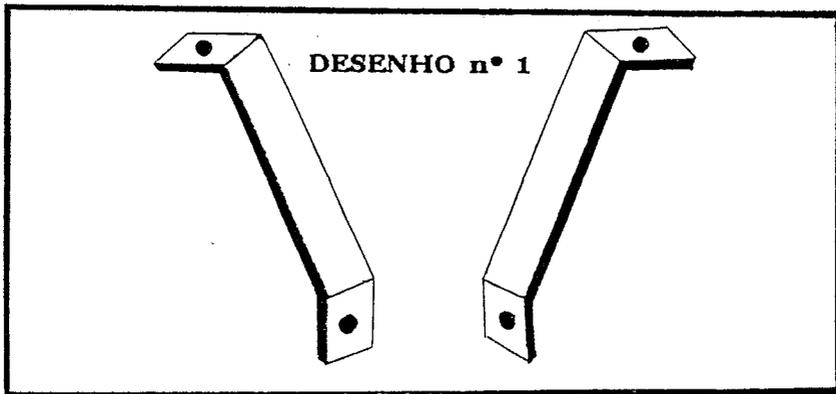


figura 74  
Detalhe da entrada da antena

**COMPRIMENTO DOS ELEMENTOS PONTA A PONTA  
(VARETAS COM O SUPORTE ISOLADOR DE PLÁSTICO)**

**As medidas são em milímetros :**

- 940 mm. para o Diretor
- 980 mm. para o Dipolo irradiante
- 1.040 mm. para o refletor
- 1.170 mm. para o comprimento da gôndola

**MATERIAL DA ANTENA :**

- 2 - Varetas de alumínio com 470 mm. de comprimento.  
**(Diretor).**
- 2 - Varetas de alumínio com 490 mm. de comprimento.  
**(Dipolo irradiante).**
- 2 - Varetas de alumínio com 520 mm. de comprimento.  
**(Refletor).**

**Observação importante :**

As medidas das varetas acima estão maiores, para que o Colega, após montar a antena, corte no tamanho exato indicado mais acima, na figura nº 71, isso porque os suportes isoladores de plástico encontrados no comércio, variam muito de tamanho.

Se por ventura o Colega tenha interesse de instalar a antena num mastro para operação base, pode fazê-lo com tranquilidade, pois o resultado será igualmente bom

## 140 MANUAL DE ANTENAS PARA O RADIOAMADOR

- 1 - - Gôndola (perfil de alumínio quadrado 20x20 mm. com 1.170 mm. de comprimento.
- 1 - - Peçaço de cabo coaxial 50 OHMS, com 1.500 mm. de comprimento.
- 1 - - Conector BNC para entrada do HT.
- 2 - - Tiras de cobre 10x90 mm. para entrada da linha de transmissão (figuras nº 72 e nº 73, desenho nº 1).
- 2 - - Tiras de cobre 10x120 mm. para curto-circuitar as varetas do Dipolo e do Refletor (figura nº 73, desenho nº2).
- 3 - - Suportes isoladores de plástico,(figura nº 72, desenho nº 3).

### MATERIAL PARA O SUPORTE GIRATÓRIO DA ANTENA E "HT"

- 1 - Cano plástico de 3/4" de polegada, com 1.500 mm. de comprimento
- 1 - Tee de plástico de 1" polegada com derivação de 3/4" de polegada.
- 1 - Flange de plástico para cano de 1" polegada
- 1 - Cano de plástico de 1" polegada com 500 mm. de comprimento
- 1 - Madeira quadrada com 300mm x 300mm x 25 mm.

**Boa sorte e bons contatos.**

## SISTEMAS IRRADIANTES

Já falamos dos diversos tipos de antenas nos capítulos anteriores, aproveito o ensejo agora para apresentar diversos esquemas fáceis, fórmulas já devidamente calculadas para a construção de antenas para serem usadas nas diversas faixas de operação de radioamador.

Após a construção de qualquer antena e acoplada a um transmissor, sempre e em primeiro lugar se faz necessário para cada antena o ajuste, objetivando a menor ROE possível, através de um medidor de ondas estacionárias, sendo o que recomendo após a construção de qualquer das antenas aqui demonstradas.

Nas páginas seguintes passo a apresentar os seguintes esquemas de montagem de antenas de radioamador de fácil construção, selecionadas, para o próprio leitor realizar suas montagens caseiras:

- antena dipolo de meia onda horizontal com balun para funcionar na banda dos 80 metros.
- antena dipolo de meia onda horizontal com balun para funcionar na banda dos 40 metros.

- antena vertical super ringo para funcionar na banda dos 11 metros.
- antena direcional yagi de 3 elementos para funcionar na banda dos 10 metros.
- antena vertical super ringo para funcionar na banda dos 10 metros.
- antena direcional yagi de 3 elementos para funcionar na banda dos 2 metros.
- antena vertical **J** para funcionar na banda dos 2 metros.
- antena vertical para funcionar na banda dos 2 metros.
- antena “quebra Galho” plano terra muito simples de construir, para funcionar na banda dos 2 metros.
- antena tipo LOOP para caçar raposa, muito simples de construir e muito eficiente para radiogoniometria do sinal da raposa caçada, funciona na banda dos 2 metros.
- Temos a seguir 3 maneiras de distribuição de radiais das antenas verticais sobre locais muito pequenos e que não permitem sua distribuição normal.
- Ainda apresento a representação instantânea do campo eletromagnético que circunda uma linha de

transmissão em um ponto e instante determinado.

- Ao final apresento também um croquis, para instalação de torre e antena de radioamador na laje de cobertura de prédio de apartamentos em condomínio (o teto do edifício em condomínio é considerado área de uso comum, os artigos 3º; 10; item IV e 19, in fine da Lei Federal nº4.591/64, a Lei dos Condomínios é que autoriza a instalação da torre e antena, segundo o Poder Judiciário). Para que o projeto de instalação de torre e antena tenha sua validade comprovada deverá ser realizado por um engenheiro registrado no CREA, e a instalação da torre e antena deverá ser realizada por um instalador profissional de antenas de acordo com a Lei das Antenas, Lei Federal nº 8.919/94.

ANTENA DIPOLO DE MEIA ONDA PARA 3,5 MHz (80 metros)  
COM SEU RESPECTIVO BALUN

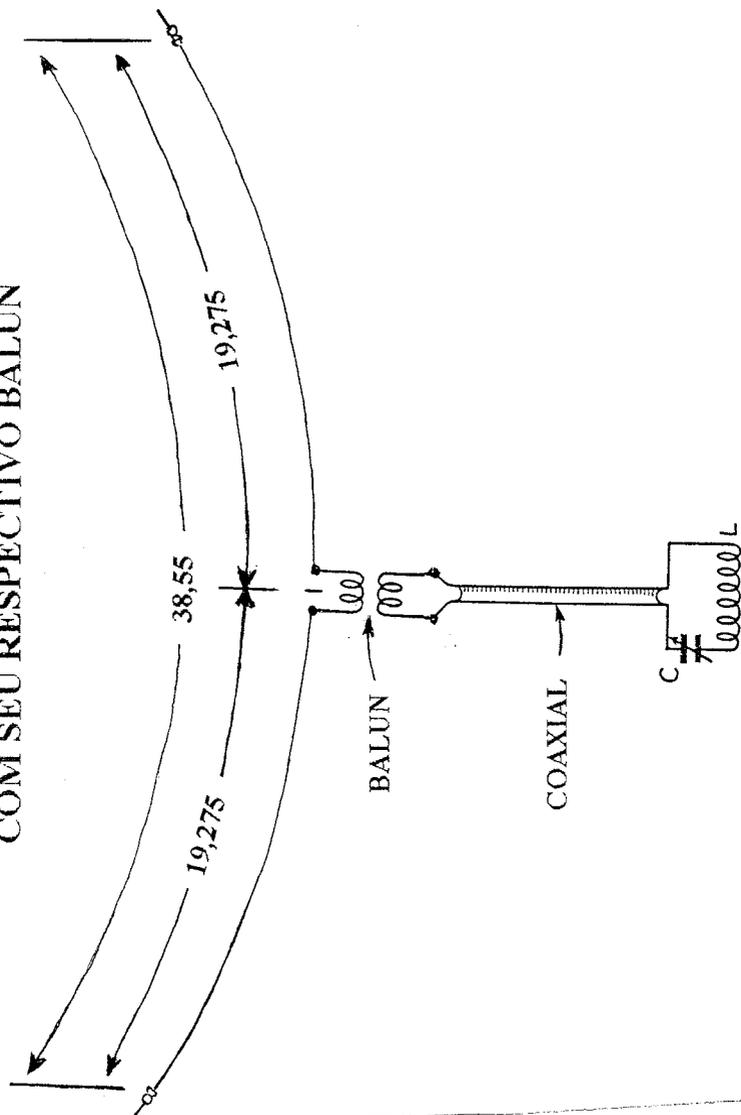


figura 75

ANTENA DIPOLO DE MEIA ONDA PARA 7 MHz (40 metros)  
COM SEU RESPECTIVO BALUN

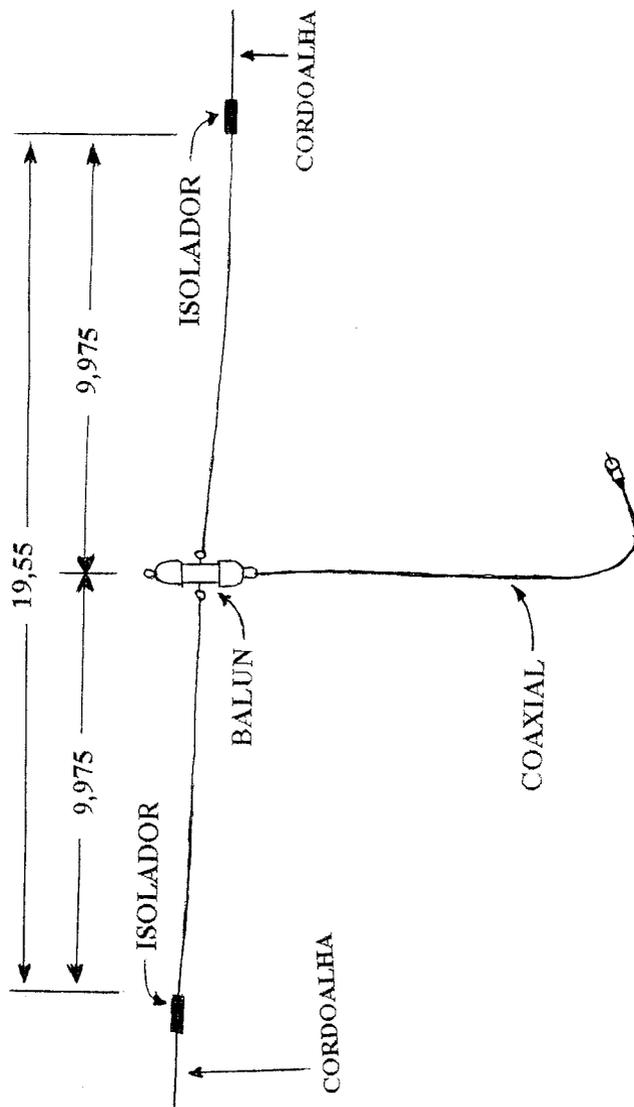


figura 76

ANTENA VERTICAL SUPER RINGO PARA 27 MHz

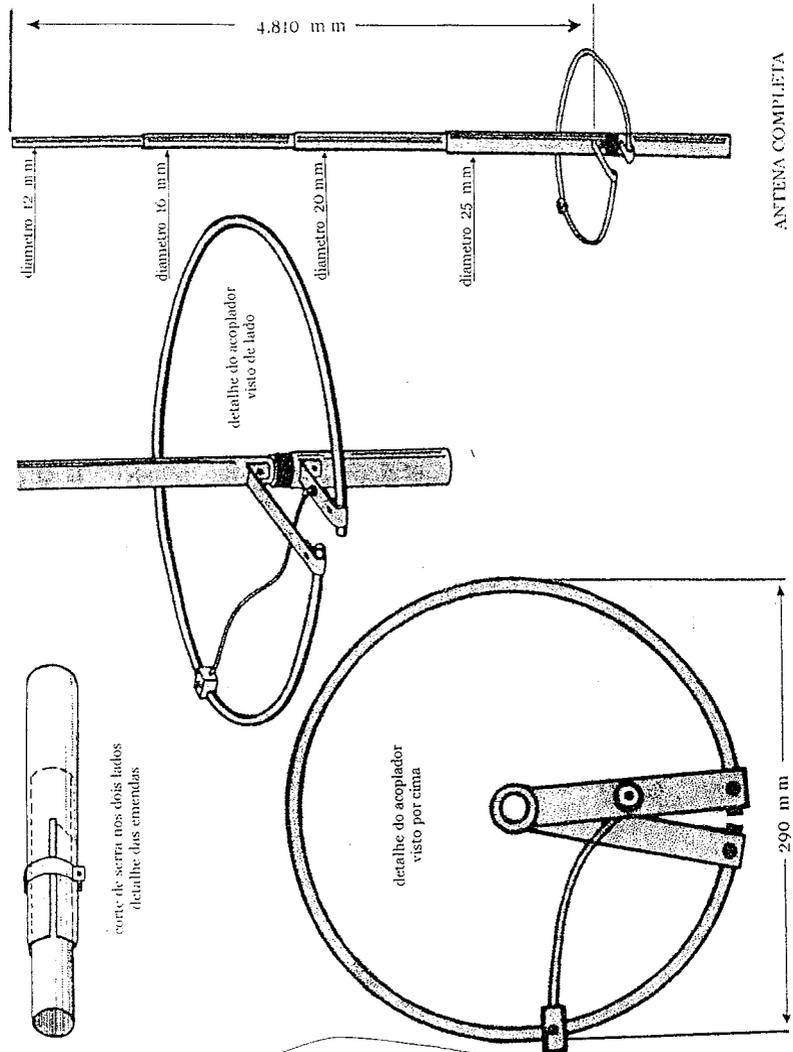


figura 77

ANTENA YAGI 3 ELEMENTOS PARA 28 MHz

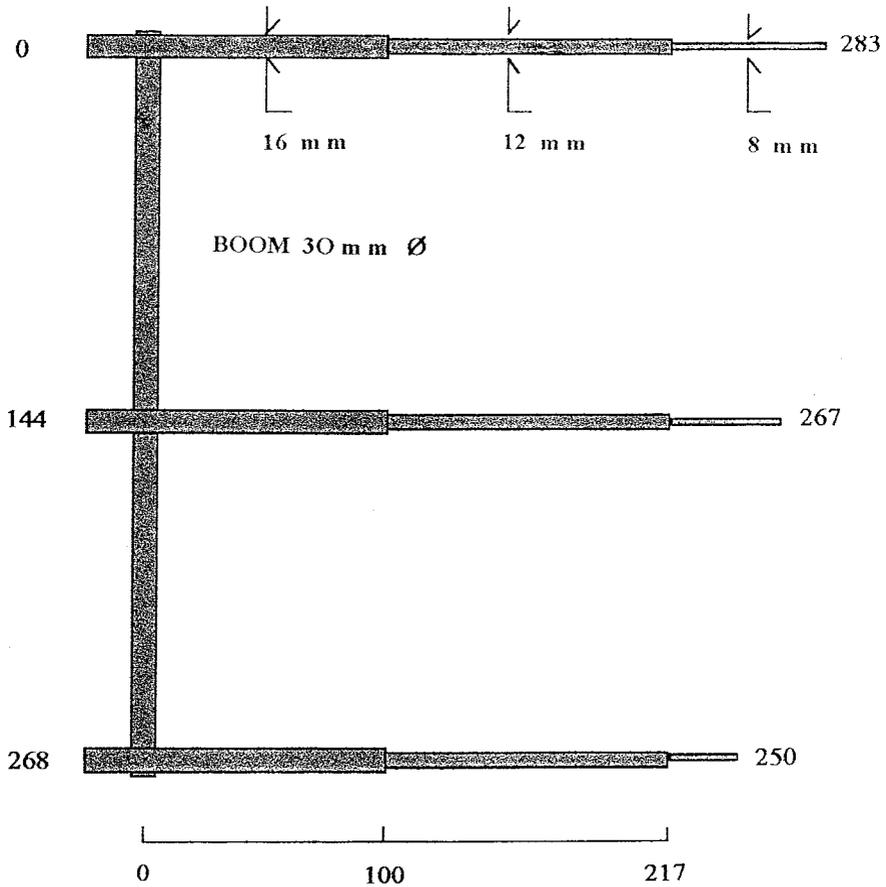


figura 78

ANTENA VERTICAL SUPER RINGO PARA 28 MHz

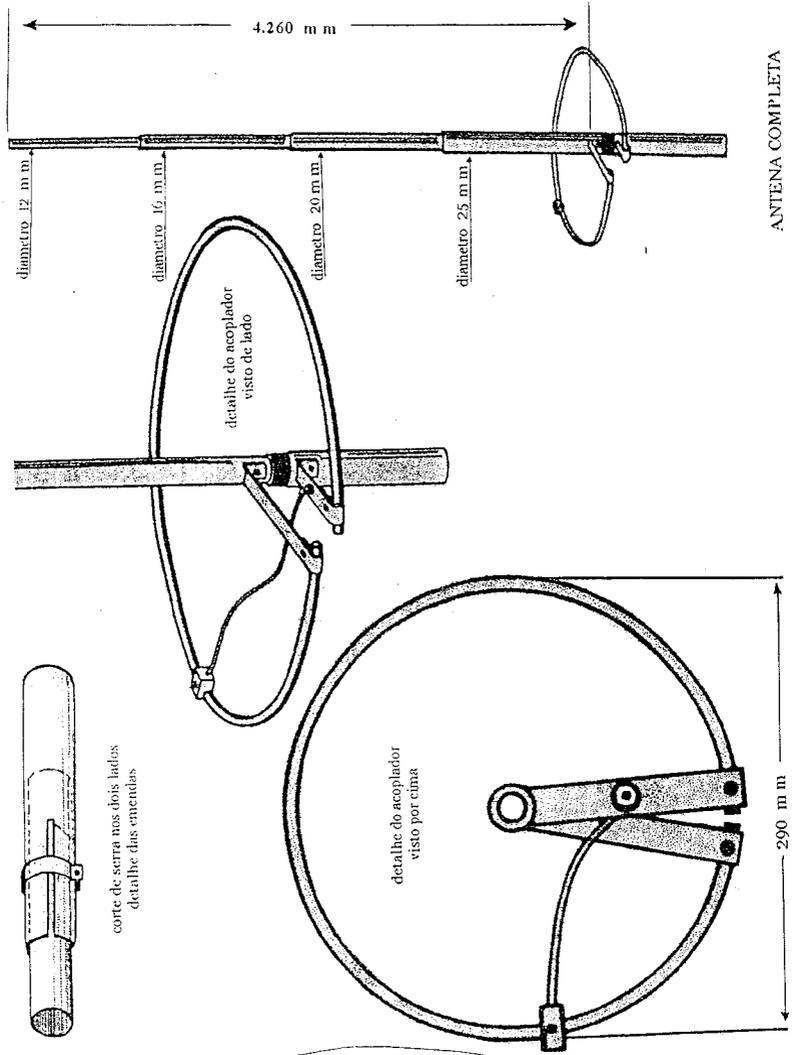


figura 79

# YAGI PARA A BANDA DE 144 MHz A 148 MHz

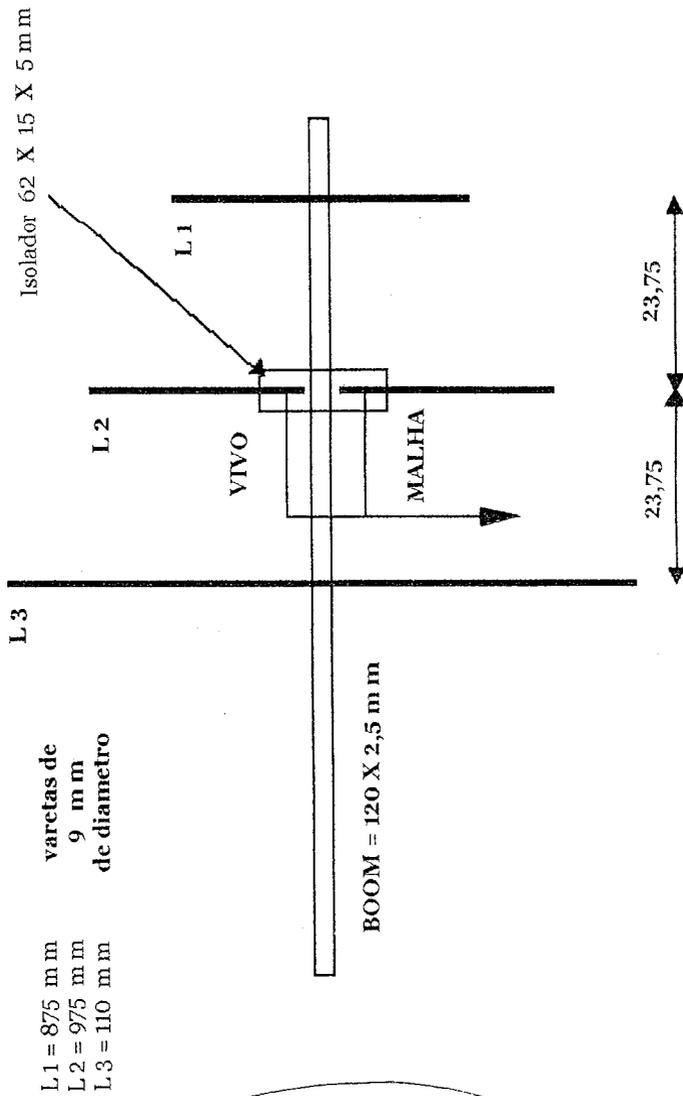


figura 80

## ANTENA J PARA 144 MHz a 148 MHz

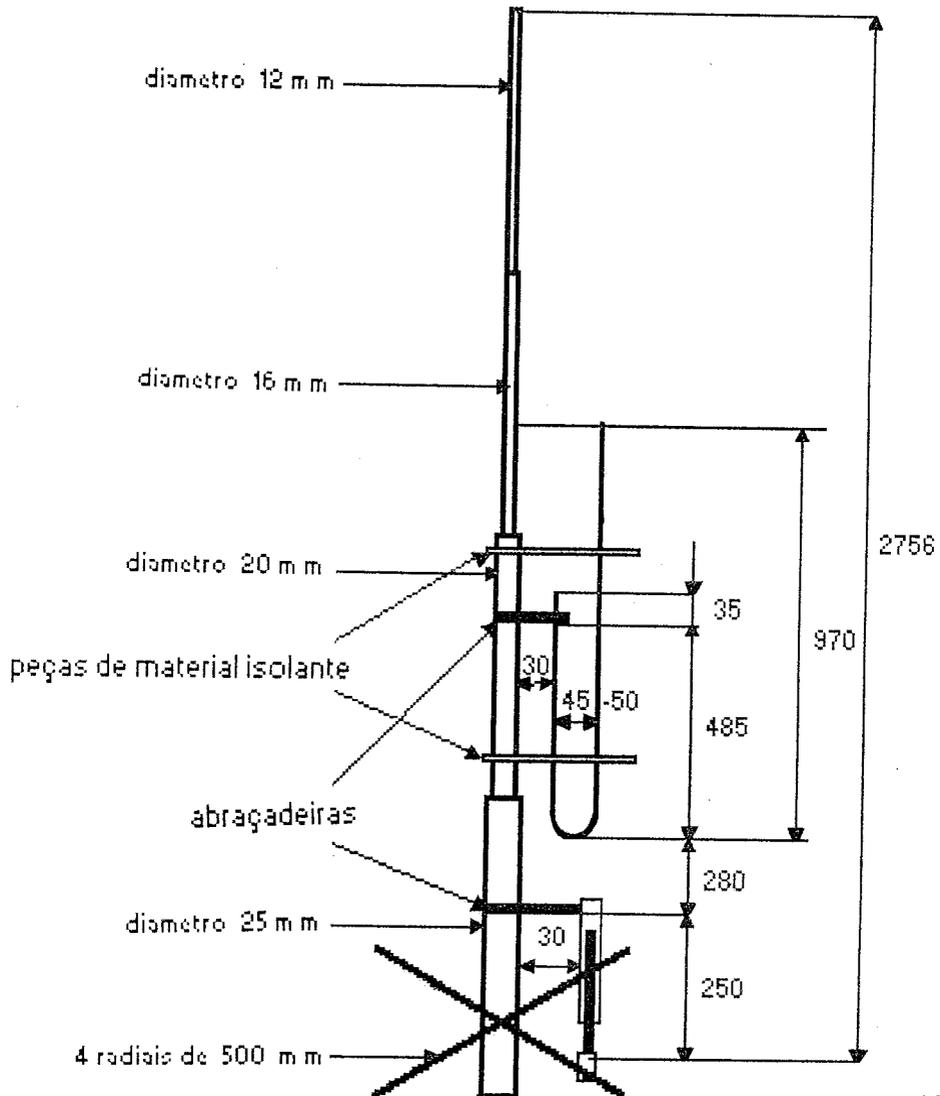


figura 81

**ANTENA VERTICAL PARA 144 Mhz a 148 MHz.**

O esquema da pagina 159 é de uma antena vertical de banda larga e esta calculada para funcionar na banda de 2 metros de 144 Mhz a 148 Mhz.

É largamente utilizada pelos "SCANERS DEXISTAS", pela sua grande capacidade de recepção, de maneira que recepta de uma forma uniforme desde os 30 Mhz até 1.2 Ghz, além de transmitir muito bem nos 144 Mhz.

**nota importante :**

Para instalar esta antena e obter bons resultados deve-se ter o cuidado de coloca-la o mais distante possível das partes metálica nas cercanias.

figura 82 =>==>==>==>==>==>==>==>==>==>==>==>

ANTENA VERTICAL PARA 144 MHz a 148 MHz

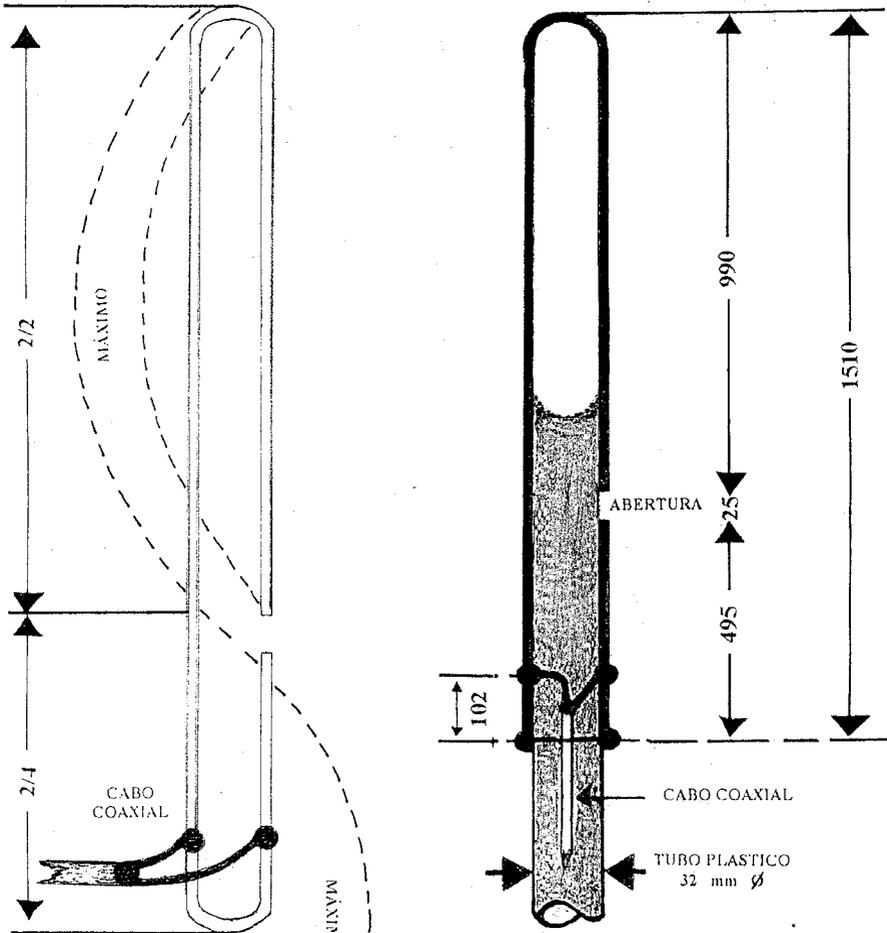


figura 82

## ANTENA "QUEBRA GALHO" PARA 144 MHz

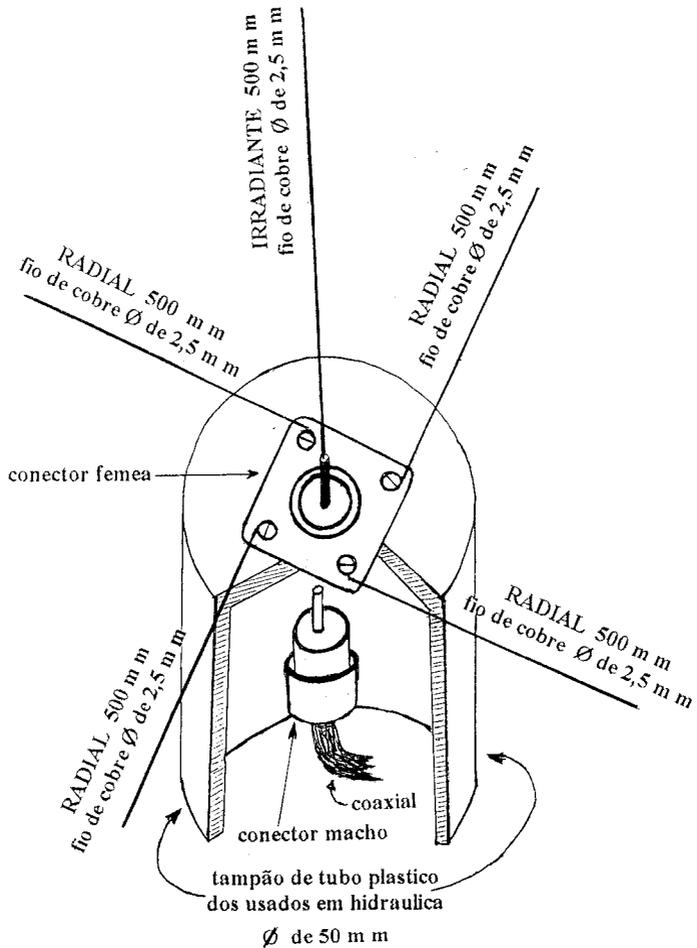


figura 83

Antena tipo LOOP 144 MHz para caçar raposa

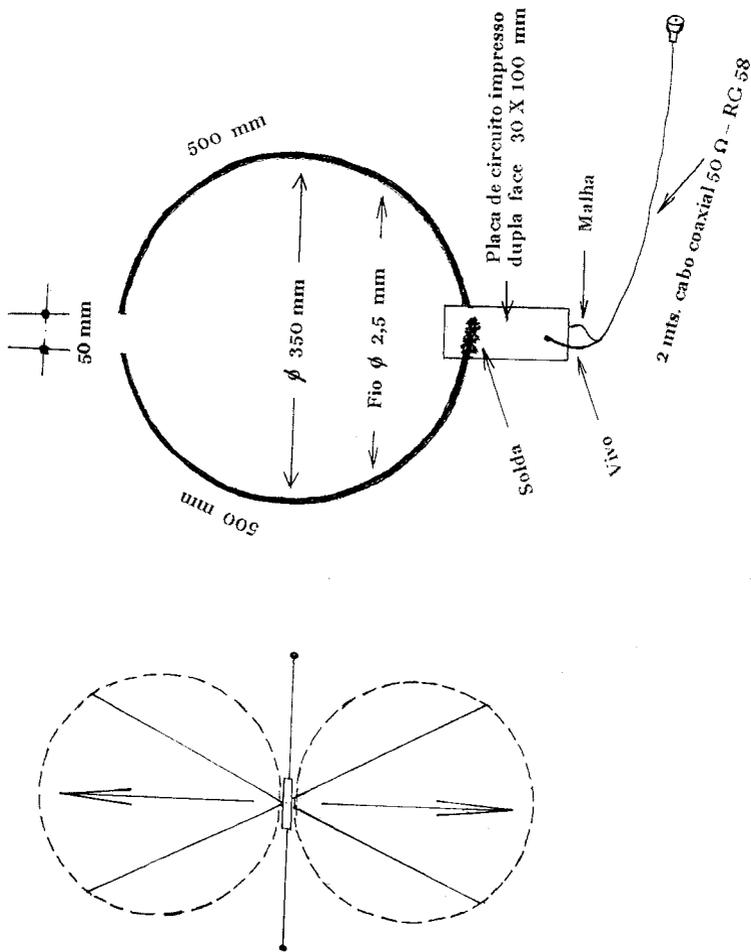


figura 84

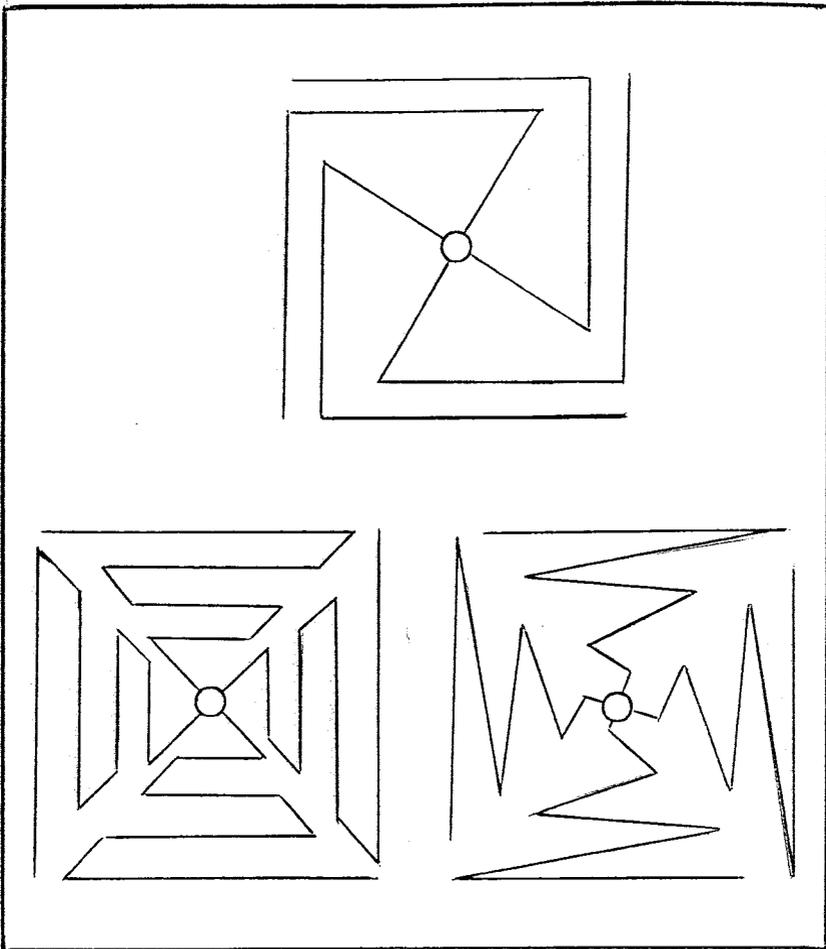


figura 85

Distribuição dos radiais das antenas verticais sobre locais muito pequenos e sem condições de distribuí-los de forma normal.

REPRESENTAÇÃO INSTANTÂNEA DO CAMPO  
ELETROMAGNÉTICO QUE CIRCUNDA UMA LINHA DE  
TRANSMISSÃO EM UM PONTO E INSTANTE  
DETERMINADO.

Supõe-se de que a linha é infinita, ou esta finalizada em  $Z_0$ . Meio ciclo de tempo antes ou meio ciclo de tempo depois a direção de **ambos** campos de força estarão invertidos. Invertendo um dos campos a onda se distanciará em sentido contrário.

Referindo-nos a nossa linha representada na figura 86, a corrente que circula pelos fios produzem linhas de força magnética desenhadas em traços entrecortados, enquanto que a tensão entre os ditos fios produzem linhas de força eletrostática (desenhadas em traço cheio). É impossível ter corrente e tensão em um ponto da linha sem a existência do correspondente campo eletromagnético e vice-versa. Esta situação esta tão intimamente relacionadas, que é realmente impossível dizer que em um ponto da linha de transmissão a corrente e a tensão de radiofrequência são devidas ao campo eletromagnético, ou é este que é devido aquele; são simplesmente manifestações do mesmo fenômeno.

Figura 86 ==>==>==>==>==>==>==>==>==>==>>>

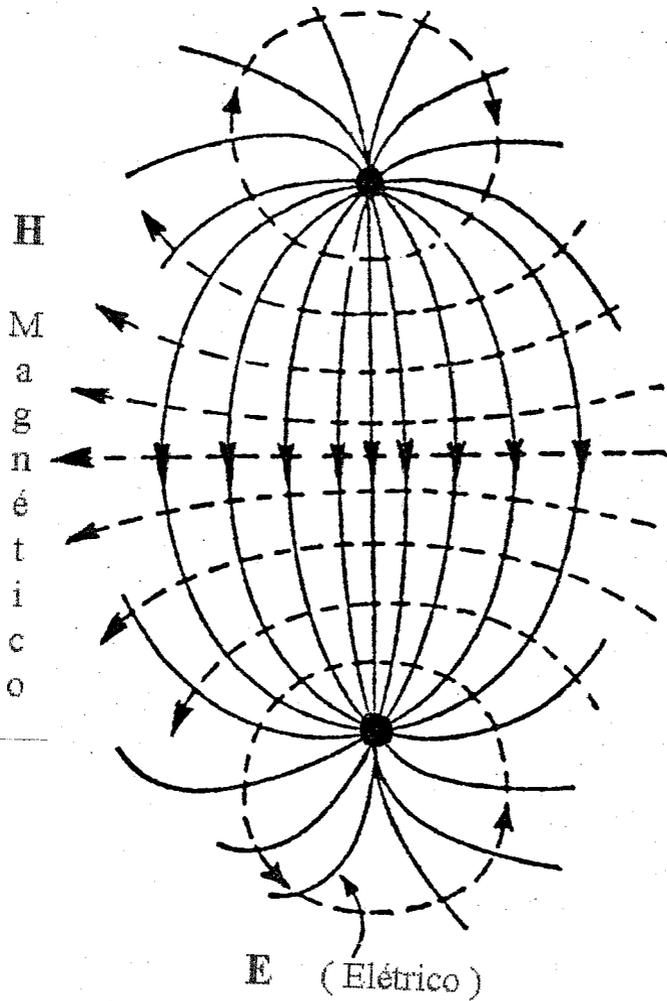
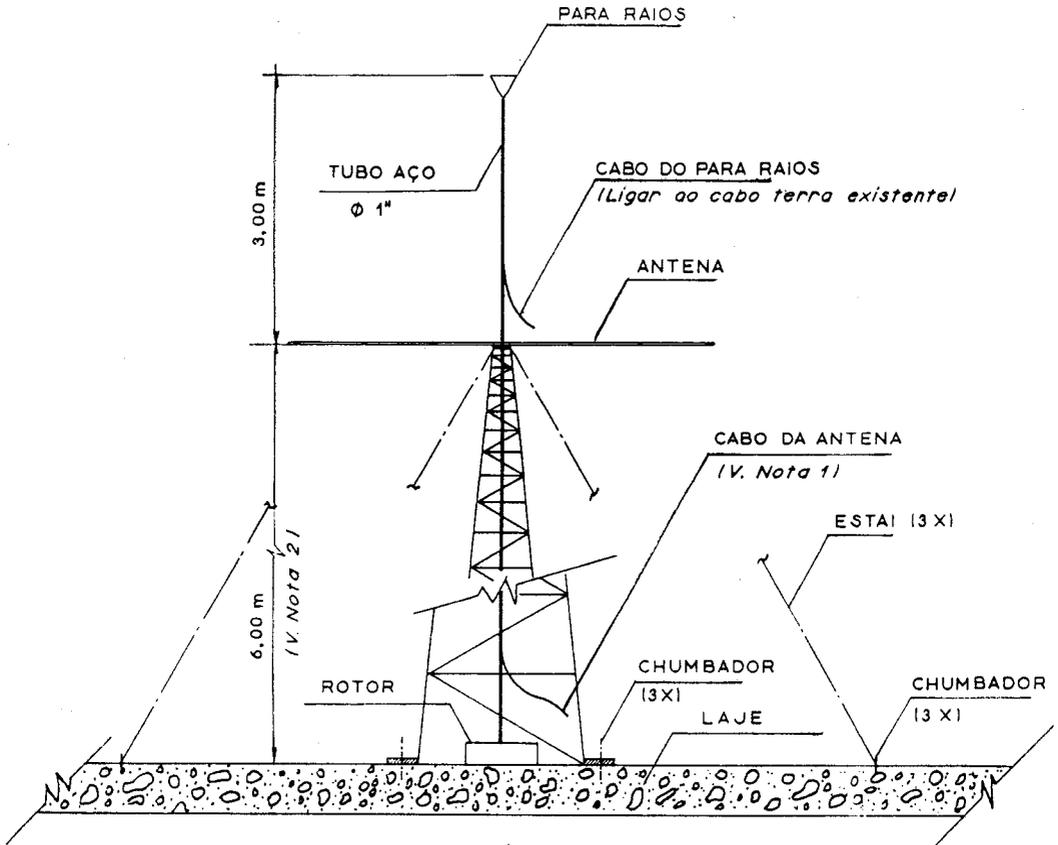
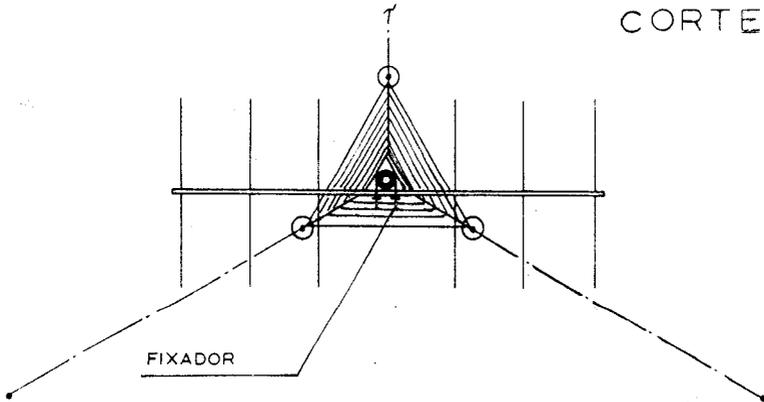


figura 86





CORTE



## **ASPECTOS JURÍDICOS SOBRE AS ANTENAS DOS RADIOAMADORES**

Sempre que se comenta o assunto de antenas e torres sobre o cume dos edifícios em condomínio, surge a inevitável pergunta :

Seria permitido ao radioamador este tipo de instalação no teto de edifícios em condomínio?

Eu digo que este permissivo existe sim, analisando as diversas normatizações existentes e as obrigações dos cidadãos brasileiros perante a sociedade a Lei e aos Costumes, portanto vejamos o que diz a Legislação Brasileira sobre o assunto e ainda temos o Poder Judiciário amparando e dando guarida ao radioamador, nesse mesmo sentido de entendimento é o advogado especializado em Telecomunicações Dr. Leonas Keiteris Neto - PY2MOK :

**1º** - De acordo com a Lei dos condomínios Lei Federal nº 4.591/64, o teto do edifício em condomínio é considerado área de uso comum, os artigos 3º; 10; item VI e 19, in fine da Lei Federal nº 4.591/64, portanto a Lei dos Condomínios é que autoriza a instalação da torre e antena nos topos dos edifícios em condomínio, (segundo o Poder Judiciário).

Segundo a Lei Federal nº 4.591/64, Lei dos Condomínios existe sim, este permissivo para instalação

de antenas de radioamador em prédios de condomínio:

**2º** - Vamos ver o diz o Código Nacional de Telecomunicações, Lei Federal de nº 4.117 de 05 de outubro de 1.962, em seu artigo 1º diz :

*“ Os Serviços de Telecomunicações em todo território do país, inclusive águas territoriais e espaço aéreo, assim como nos lugares em que os princípios e convenções internacionais lhes reconheçam extraterritorialidade obedecendo aos preceitos da presente Lei e aos regulamentos baixados para a sua execução.”*

Ainda a Lei federal nº 4.117/62, prevê em seu artigo **6º** ; **“e”** onde diz explicitamente :

*“Quanto aos fins a que se destinam, as telecomunicações assim se classificam :*

**SERVIÇO DE RADIOAMADOR**, destinado a treinamento próprio, intercomunicação e investigação técnicas, levadas a efeito por **amadores devidamente autorizados** interessados na radiotécnica unicamente a título pessoal e que não visem qualquer objetivo pecuniário ou comercial “.

Compete a ANATEL órgão do Governo Federal a autorização e outorga da competente Licença de Funcionamento de Estação de Radioamador, pois como a exploração dos Serviços de Telecomunicações pertencem a União (Governo Federal), e de acordo com a Constituição Brasileira onde em seu Artigo 21 inciso XII :

*“ Explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão:*

*a) os serviços de radiodifusão sonora e imagens e demais serviços de telecomunicações.”*

Para executar o Serviço de Radioamador depende-se da prévia verificação da capacitação técnica do interessado mediante exames aplicados pela ANATEL.

O exame para o ingresso no radioamadorismo é realizado de acordo com a programação adotada pela ANATEL através de suas Delegacias Regionais.

Compete ao ANATEL licenciar e outorgar as Licenças de Funcionamento de Estação, tanto para as pessoas físicas e ou jurídicas.

Como nada é eterno e sempre existem modificações, o Código Brasileiro de Telecomunicações Lei Federal nº 4.117/62, não fugiu a esta norma e por todos estes anos já sofreu profundas modificações culminando posteriormente na revogação de diversos itens, houve um impacto maior decorrente deste processo de modificações e reformas freqüentes, na legislação subsidiária.

Inevitavelmente surgiram controvérsias, omissões, dispositivos conflitantes, lapsos, mas a Lei persiste e rege por seus poderes até os dias de hoje, entre outras por força da legislação subsidiária em 1.994, foi implantada a **NORMA 31/94**, a nova **NORMA DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE RADIOAMADOR**, pelo Senhor Ministro das Comunicações através da Portaria de nº 1.278 de 28 de dezembro de 1.994, publicada no Diário Oficial da União no dia 28 de dezembro de 1.994.

Sendo que ainda nos dias de hoje no ano de 2.000, já passados 38 anos de sua publicação a Lei nº 4.117/62

continua parcialmente vigente, cobrindo e protegendo com o seu manto as telecomunicações brasileiras.

Apesar deste manto atualmente estar compartilhando com a mais recente Lei Federal a de nº 9.472/97, ( chamada: Lei Geral de Telecomunicações ) a velha Lei Federal nº 4.117/62, ( Código Brasileiro de Telecomunicações) não perdeu sua majestade nem a autonomia, continuando parcialmente vigente nos dias atuais.

Por força desta nova Lei Geral das Telecomunicações, Lei Federal nº 9.472 de 16 de julho de 1.997, dispõe ainda sobre a organização dos Serviços de Telecomunicações e funcionamento de novo órgão regulador (**ANATEL**).

**3º** - Na licença de Funcionamento de Estação de Radioamador, documento expedido através da Agência Nacional de Telecomunicações ANATEL, o Governo Federal autoriza de modo explícito este radioamador a operar em seu nome a sua estação, no endereço indicado nesta Licença, como se vê grafado nas Licenças para funcionamento de Estação de Radioamador.

Algumas das restrições são manter as bandas laterais dentro da faixa de operação, os limites máximo e mínimo estabelecidos e condições estabelecidas para cada classe.

Outra obrigatoriedade exigida do radioamador na Licença é o pagamento da **TAXA DE FISCALIZAÇÃO DAS TELECOMUNICAÇÕES - FISTEL**.

Segundo a Licença de Funcionamento de Estação de Radioamador existe sim, este permissivo para o radioamador.

**4º** - Vejamos aqui o que diz a Lei das Antenas, Lei Federal nº 8.919 de 15 de junho de 1995, em seu artigo **1º** :

*“ Ao permissionário de qualquer serviço de telecomunicações é assegurado o direito a instalação da respectiva estação bem como o necessário sistema ou conjunto de antenas, em prédio próprio ou locado, observados os preceitos relativos às zonas de proteção de aeródromos, heliportos e de auxílio a navegação aérea.*

**PARÁGRAFO ÚNICO :**

*O sistema ou conjunto de antenas deverá ser instalado por pessoa qualificada em obediência aos princípios técnicos inerentes ao assunto, observadas as normas de engenharia e posturas federais, estaduais ou municipais aplicáveis às escavações e logradouros públicos “.*

Segundo a Lei Federal nº 8.919/94 Lei das Antenas, existe sim, este permissivo para o radioamador instalar suas antenas.

**5º** Assim disse o Ministério das Comunicações, com relação às antenas de radioamador.

Para melhor entendimento da Lei das Antenas, Lei Federal de nº 8.919/94, foi solicitado à Consultoria Jurídica do Ministério das Comunicações pelo Dr. Leonas Keiteris Neto - PY2 M O K, na época Diretor Jurídico da Labre/SP, em resposta o Ministério das Comunicações anotou o assunto como segue abaixo :

INFORMAÇÃO CONJUR /MC nº 490/95

Assunto : Aplicabilidade da Lei nº 8.919/94  
Conclusão : Destina-se a Lei nº 8.919/94 aos  
permissionários de radiocomunicação em geral

*“Assim a Lei Federal nº 8.919/94 ao disciplinar o chamado direito de antena para o permissionário de qualquer Serviço de Radiocomunicação, atingiu o Serviço de Radioamador, aplicando-se aos radioamadores os preceitos dela.*

*Diante do exposto, cabe ratificar que todos os permissionários de radiocomunicações estão sob o manto protetor da Lei Federal nº 8.919/94 de 15 de julho de 1.994.*

*Era o que tinha a informar.*

*Despacho CONJUR nº 4.482/95 assinado pelo Consultor Jurídico do Ministério das Comunicações  
ANTÔNIO DOMINGOS TEIXEIRA BEDRAN”.*

Segundo se depreende do Despacho CONJUR **4.482/95**, existe sim, este permissivo para o radioamador instalar suas antenas em edifícios em condomínio.

**6º** - Vejamos o que diz o Decreto Lei nº 91.836 de 24 de outubro de 1.985, Lei do Radioamador :

Ao regular o Serviço de Radioamador o Decreto Lei de nº 91.836/85 em seu :

Capítulo II, Artigo **2º**

*“No presente regulamento, além dos termos e*

*expressões definidos pela legislação de telecomunicações, adotam-se os seguintes :*

*Letra **e** : - Licença de Estação de Radioamador - documento que autoriza a instalação e o funcionamento de Estação do Serviço de Radioamador”*

Já o Artigo **9**: diz o seguinte :

*“ Ao permissionário é assegurado o direito de instalação do sistema irradiante de sua estação, observadas as posturas municipais, os preceitos específicos sobre a matéria e os relativos às zonas de proteção de aeródromos, heliportos e de auxílio a navegação aérea.”*

No Capítulo X diz o seguinte :

#### **Artigo 15**

*“O permissionário do Serviço de Radioamador esta sujeito ao pagamento da Taxa de Fiscalização das Telecomunicações - FISTEL, fixadas em Lei.”*

Segundo o Decreto Lei nº 91.836/85, existe sim este permissivo ao radioamador instalar sua antena.

Isto sem contar uma listagem imensa de jurisprudência existente no Poder Judiciário em todas as suas Instâncias, sempre a favor da instalação da antena de radioamador no teto dos edificio em condomínio

Segundo toda esta jurisprudência do Judiciário e as Leis acima mencionadas tornam pacificas as autorizações da instalação da antena do radioamador nos telhados dos edificios em condomínio.

Após esta rápida análise sobre a Lei brasileira

chegamos a conclusão da existência dos permissivos que autorizam a instalação de antenas e torres de radioamador sobre edifícios em condomínio.

**7º** - Nesse mesmo sentido de entendimento é o advogado especializado em Telecomunicações e técnico em eletrônica Dr. Leonas Keiteris Neto - PY2MOK :

Portanto vejamos alguns dos artigos que eu selecionei que, devido a relevância do assunto foram divulgados pelos diversos órgãos da imprensa brasileira relacionados com o radioamadorismo, jornais e revistas.

Alguns dos artigos refletem e relatam casos verídicos, onde o Leonas PY2 M O K, advogou em prol de Colegas radioamadores, obtendo ganho de causa dentro do Poder Judiciário, criando precedentes e brechas enormes em favor de toda a classe de radioamadores do Brasil, como por exemplo os artigos :

“Justiça Federal Declara : Radioamador não Pratica Crime Ouvindo a Policia e Aviação”; ou “Juiz Concede Direito a Antena”, ou “Radioamador versus Prefeitura” e muitos outros;

Foram direitos assegurados e garantidos aos radioamadores pela atuação do Leonas PY2 M O K, advogando no judiciário e obtendo sempre declarações oficiais dos direitos dos radioamadores.

Foi o Leonas PY2 M O K, que tornou a jurisprudência mansa e pacífica a favor dos radioamadores brasileiros, nos muitos precedentes judiciais que criou quanto ao Direito a Antena na velha questão de Radioamadores X Condomínios, restaurando a ordem e a Lei diante das inúmeras ilegalidades e

impedimentos cometidos pelos síndicos mal informados em edifícios em condomínio contra os radioamadores.

Durante anos o Leonas PY2 M O K vem desbravando as fronteiras, deixando-as livres e desimpedidas, para que todos os demais colegas radioamadores fizessem uso, dos seus Direitos e equipamentos dentro de edifícios em condomínio, por tanto vamos aos artigos que são de nosso interesse :

No Jornal do Radioamador, QTC BANDEIRANTES, ano 6, nº 21, na página 2, encontramos o seguinte artigo do Leonas PY 2 MOK, que naquela época era Diretor Jurídico da antiga LABRE/SP. :

## RADIOAMADOR VERSUS CONDOMÍNIO

É tema que grande entrevêro provoca entre os condôminos e o radioamador às vezes.

É coisa que certamente ocorre por pura bobagem, ou seja os moradores, leigos que são sobre os avanços da eletrônica e das telecomunicações, desatualizados dos serviços prestados à comunidade, em emergência e calamidades públicas, ignorando o quanto é útil o radioamador instalado no edifício, em termos de prestação de serviços, uma vez que os radioamadores possuem comunicações direta com o COPOM da Polícia Militar através do precioso serviço da REP (**Rede Paulista de Radioamadores**) operada através dos radioamadores da Polícia Militar.

Há uma tendência psicológica do ser humano em subitamente rejeitar aquilo que lhe parece inusitado ou desconhecido.

Assim, desenformados, os condôminos passam a assumir esta posição, surgindo daí o entrevêro entre estes e o radioamador, chegando a provocar por vezes uma demanda judicial encaminhada ao Poder Judiciário.

Felizmente temos encontrado decisões favoráveis aos radioamadores para exercer o seu "Direito a Antena".

Neste artigo analisaremos a posição jurídica do radioamador versus condomínio e do direito a antena, face a jurisprudência, a doutrina e a Lei.

Para início de conversa, fazendo uma análise da

legislação contemporânea face a anterior, notamos progresso. Falo aqui da nova Lei do Radioamador, Decreto Lei nº 91.836/85, que faz menção expressa quanto ao direito a antena, enquanto o Decreto anterior já derogado, era silente.

É a seguinte à redação do artigo 9º, do Decreto Lei nº 91.836/85 :

*“Ao permissionario é assegurado o direito de instalação do sistema irradiante de sua estação, observadas as posturas municipais e os preceitos específicos sobre a matéria e os relativos as zonas de proteção a heliportos e auxílio a navegação aérea”.*

Uma vez que o Ministério das Comunicações outorga permissão para o exercício da atividade, havia de assegurar o direito à antena o que busca com o referido artigo 9º, uma vez que o sistema irradiante é indispensável ao desempenho da atividade outorgada em plenitude.

Em um edifício o lugar obviamente correto e seguro para a instalação das antenas, é o topo da edificação.

Tanto é que as antenas de televisão do condomínio já estão ali instaladas.

Mesmo porque, não há dúvida que o teto é área de uso comum, como se vê no trecho abaixo transcrito de uma Sentença Judicial, onde o Magistrado baseia-se nos ensinamentos doutrinários de J. Nascimento Franco e Niske Godo, em “Condomínios em Edifícios”, pagina 227, nº 162 e pagina 232/233 nº 166, para firmar sua convicção favorável ao radioamador, senão veja-mos :

*"Toda matéria de defesa levantada pelo réu (condomínio), em sua defesa é facilmente contradita pela doutrina e jurisprudência de J. Nascimento Franco e Niske Godo, em "Condomínio em Edifício", escreveu que: Na verdade, a serventia comum das áreas, corredores, sacadas, halls, jardins de um edifício representando elementos essenciais ao uso e gozo dos respectivos apartamentos, destinados a locação, outorga aos locatários o direito de composses.*

*Pensamos que para o co-proprietário, não resta dúvida : "o telhado é coisa de uso comum de todos condôminos e se constitui lugar próprio para instalação de antenas, indiscutivelmente há permissibilidade de tal instalação.*

*Sustente-se que ninguém pode utilizar, atualmente, de forma ampla e livre, qualquer imóvel residencial , comercial ou profissional, sem nele instalar, no local adequado, os equipamentos telefônicos, antenas de TV., ou de transmissão de recados, pelos vários sistemas ultimamente usados".*

Portanto não é abusiva a instalação de antena de rádio, uma vez que é um direito inalienável do condômino utilizar-se das partes comuns do edifício, desde que não prejudique os demais condôminos.

A instalação da antena não é um ato lastimável, não perturba nem prejudica ninguém, não aborrece, não traz perigo para a saúde ou segurança dos vizinhos, é simplesmente uma antena.

Aproveitamos o ensejo para analisar a posição jurídico penal do assunto, uma vez que o radioamador tem guarida em nosso Código Penal.

Conheço casos, onde o sistema de antenas fora danificado e cabos coaxiais cortados em pedaços, pôr ato de condôminos ou do próprio síndico do edificio, sob o fulcro de que aquilo fora instalado sem conhecimento ou por ser perigoso, ou outro argumento injustificável qualquer.

Sempre que o radioamador for vítima de atos semelhantes, que destruam parte da estação, como no caso supra mencionado, estará diante de crime previsto no artigo 163 do Código Penal, crime de dano, podendo ainda haver incidência em qualquer das circunstâncias que tornam o crime qualificado, previstas no parágrafo único deste artigo.

Pode ainda, o agente ser tipificado, conforme o caso, no artigo 345 do Código Penal, concomitante com o artigo supramencionado, que caracteriza crime contra a administração da justiça, na modalidade de exercício arbitrário das próprias razões, o que popularmente se conhece como "fazer justiça com as próprias mãos".

Podemos citar o tipo previsto no artigo 151, parágrafo 1º nº III, que se refere a impedir comunicação radioelétrica dirigida a terceiro.

Todos estes crimes, aqui mencionados e que podem ser praticados contra radioamadores, são apenados com detenção.

O radioamador tem resguardo necessário. E se o ato foi ilícito, foi criminoso, processe-se o agente que praticou o crime.

Em artigos subsequentes desta serie terei a oportunidade de apresentar-lhes a íntegra de alguns julgados do Poder Judiciário, em Radioamadores x Condomínios.

Há que se falar ainda da condenação penal, em

processo crime, surge para a vítima o direito a uma indenização pelo dano causado, onde a Sentença Penal Condenatória é título bastante, para exigir o pagamento da indenização, através de ação civil, uma vez que a Sentença Condenatória tem efeito de tornar certa a obrigação de indenizar o dano resultante do crime.

Vimos que o radioamador às vezes pode ser tolhido no desempenho de sua atividade, porém encontra amparo na Lei e no Poder Judiciário, seja na área civil para pleitear o direito à antena ou seja penalmente para proteger-se da devastação de sua estação.

Continuando a folhear a coleção do Jornal do Radioamador, QTC BANDEIRANTES, e, no nº 6, ano 9, pagina 3, encontramos outro escrito do Leonas PY 2 M O K, muito interessante e bastante informativo aos radioamadores tanto daquela época como contemporaneamente, vejamos o assunto :

# DIREITO À ANTENA

Alguns síndicos de edifícios em condomínio tem relutado em reconhecer a permissibilidade jurídica para a instalação do sistema irradiante do radioamador.

Porém é certo e inegável que ao radioamador assiste tal direito e permissibilidade, o direito à antena.

Preliminarmente, consideremos que o teto do edifício é o local óbvio e apropriado para a instalação de antenas, porém ao par deste incontestável fato, analisaremos agora a posição jurídica do sistema irradiante.

Em análise preliminar é de notar-se que uma vez autorizado pelo Ministério das Comunicações a exercer sua atividade lícita, amparada em Lei, o radioamador tem implícito em sua Licença de Funcionamento, de origem federal, o seu direito a instalação do sistema irradiante.

A Licença de fato legaliza e autoriza o funcionamento da estação radioamadora e vez que o sistema irradiante é essencial ao funcionamento, fazendo parte integrante da estação de rádio, é fácil perceber a permissão implícita na Licença, no tocante ao sistema irradiante.

E mais, o Ministério das Comunicações autoriza e a Lei assegura o Direito através do Decreto Lei nº 91.836/85 em seu artigo 9º (Lei do Radioamador), que preceitua textualmente :

*“Ao permissionário é assegurado o direito de instalação do sistema irradiante de sua estação observadas as posturas municipais, o preceitos específicos sobre a matéria e os relativos às zonas de proteção de aeródromos, helipontos e auxílio a navegação aérea”.*

Observando por outro ângulo encontramos ainda outras fontes do direito à antena.

Na própria Lei dos Condomínios depreende-se permissibilidade ao radioamador.

Na Lei dos Condomínios nº 4.591/64, transparece permissão e legalidade para instalação de antena de radioamador no teto do edifício em condomínio, através dos artigos 3º; 10; item IV e 19 “in fine” consoante decorre do referido regime condominial.

Estes artigos preceituam no sentido de que o teto é área de uso comum, sujeito aos efeitos da composses ou co-propriedade (artigo 3º); bem como é defeso a qualquer condômino embaraçar o uso das partes comuns (artigo 10; IV ;), e mais, cada condômino tem o direito de usar e fluir, de sua unidade autônoma, segundo suas conveniências e interesses, condicionado as normas de boa vizinhança e poderá usar as partes e coisas comuns, inclusive o teto, que é área de uso comum, de maneira a não causar dano ou incomodo aos demais condôminos nem obstáculos ao bom uso das partes comuns pôr todos (artigo 19).

Este é o direito assegurado e que se infere a própria Lei dos Condomínios respaldando o radioamador.

Mesmo porque a antena de radioamador no teto do edifício é inofensiva, não molesta, nem perturba, inclusive esta no local próprio para antenas como é obvio.

Veze que obvia a permissibilidade jurídica e a licitude para a instalação de sistema irradiante, tem se encontrado resguardo judicial nesta questão de direito à antena, sendo que de fato já existe mais de dezenas de precedentes judiciais a favor do radioamador, confirmando e outorgando-lhe definitivamente o direito que já é seu consoante as referidas legislações e fulcros.

Pode-se afirmar que a jurisprudência existente é mansa e pacífica em um único sentido, o de reconhecer a licitude e permissibilidade, ao radioamador, em manter no cimo do edifício o seu sistema irradiante.

Desta coletânea de jurisprudência de várias épocas, vale citar as obtidas no Foro da Capital de São Paulo, confirmadas pelo Egrégio Tribunal Paulista :

DANIEL JORGE ZEGER, PY 2 D K, obteve autorização judicial para instalar torre e antena no teto do edifício em que reside, sendo que houvera sido obstado em seu direito por uma assembléia condominial, cominou-se uma multa pecuniária, caso o condomínio insistisse em obstar a antena, o condomínio acatou e acata até hoje a Sentença e convive com a antena do radioamador.

JOÃO GODINHO, PY 2 J G, obteve decisão reparatória de perdas e danos, sendo condenado o condomínio a reinstalar seu sistema irradiante ilegalmente retirado do teto, ou recompor as perdas e danos em forma de indenização, cominou-se inclusive multa pecuniária, o condomínio preferiu a primeira hipótese e reinstalou a torre e as antenas de radioamador.

Diante de todo o exposto resta concluir com facilidade e certeza, é do radioamador o Direito à Antena.

Ainda com a coleção do Jornal do Radioamador, QTC BANDEIRANTES órgão oficial da L.P.R. Liga Paulista de Radioamadores, nas mãos e ao folhear-mos o nº 8, ano III, janeiro/abril de 1.999, encontramos outro artigo relevante para o radioamador que pratica a radioescuta; vamos ao escrito do Leonas PY2 MOK :

## **JUSTIÇA FEDERAL DECLARA :**

### **RADIOAMADOR NÃO PRÁTICA CRIME COMO RADIOESCUTA DA POLÍCIA OU AVIAÇÃO.**

O Departamento Jurídico da L. P. R. Liga Paulista de Radioamadores, obteve mais este precedente de interesse para o radioamadorismo nacional.

Eis que, obteve a **absolvição** do radioamador acusado de violação de telecomunicações, prevista no artigo 70 do Código Brasileiro de Telecomunicações, com referência a prática de escuta e interceptação das radiocomunicações, principalmente da Polícia, Aviação, Corpo de Bombeiros, Serviços Públicos e Limitados em geral. Sendo livre tal escuta.

O escopo do presente artigo é analisar a posição jurídica da Decisão proferida pelo **TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL** em São Paulo, consoante relatório da Culta Dra. Juíza **MARISA SANTOS**, que confirmou em 2º Grau a absolvição do radioamador já Decretada no 1º grau.

Ocorre que, foi corretamente aplicado, em favor do radioamador a exceção do artigo 57 do Código Brasileiro de Telecomunicações, cujo permissivo é o seguinte :

*“Parágrafo Único: não estão compreendidas nas proibições contidas nesta Lei as radiocomunicações destinadas a ser livremente recebidas as de amadores, as relativas a navios e aeronaves em perigo, ou as transmitidas nos casos de calamidade pública”.*

Eis que, na Decisão Judicial se vê o correto e exato esclarecimento, quanto ao conteúdo da exceção supra mencionada, dizendo a Dra. Juíza :

*“Os aparelhos apreendidos e adaptados para captar mensagens transmitidas por aeronaves e outros serviços públicos, sem o poder de interferir nas transmissões, são destinados a amadores. Como tal, milita em favor do acusado a discriminante do artigo 57, da Lei nº 4.117/62”.*

Assim sendo, a **JUSTIÇA FEDERAL** fez valer a Lei que já existe e que isenta, a radioescuta, a interceptação de mensagens, das radiocomunicações de Serviços Públicos e Limitados, praticada por radioamador, declarando inexistir conduta criminosa.

Não pratica crime o radioamador que intercepta e apenas escuta as comunicações da Aviação, Polícia e de outros Serviços Públicos, ou Limitados.

E mais, prossegue fundamentando a Dra. Juíza :

*"No entanto, aponta o parágrafo único do artigo 57, aqui sim expressamente, não constituir ilegalidade as radiocomunicações destinadas a ser livremente recebidas, as de amadores..., ter-se o legislador se percebido da inocuidade, da ausência de perigo na captação de mensagens transmitidas e captada por aparelhos de amadores...".*

Prosseguindo na Decisão :

*"Efetivamente a excludente apontada pelo Magistrado comporta a interpretação que lhe foi conferida na respeitável Sentença, eis que, a redação do dispositivo ressalva as radiocomunicações de amadores não trazendo o texto, expressamente, conduta de transmissão ou recepção".*

Nestes termos, se depreende claramente da ampla e bem fundamentada explicação dada pela Culta Dra. **Juíza Federal**, que aos radioamadores se aplica o permissivo do artigo 57, que autoriza estes a praticarem radioescuta salutar das frequências de Serviços Públicos e Limitados.

No entanto devo salientar muito bem, que o radioamador não pode causar interferência prejudicial nas frequências que esta interceptando e escutando, posto que mencionou expressamente a Dra. **Juíza** :

*“Assim, temos que, fosse o caso de interpretar-se restritivamente a excludente prevista no parágrafo único do citado artigo 57, a restrição deveria alcançar exatamente a utilização de aparelhos para a transmissão de mensagens que pudessem interferir no sistema de segurança dos chama dos Serviços Limitados, nunca para recepção...”*

Nestes termos, ficou muito claro que o uso de um aparelho de transmissão para emitir e causar interferência prejudicial continua sendo **crime, punível com detenção de 2 anos.**

Esta Decisão da **JUSTIÇA FEDERAL** define com certeza para nossa classe que a radioescuta praticada por amadores, captando frequências das Polícias e Aviação, não é proibido por Lei, em definitivo não se enquadra como crime de violação de telecomunicações do artigo 70 do Código Brasileiro de Telecomunicações, não há ilegalidade.

Os trechos transcritos são do :

**ACÓRDÃO nº 94.03.067974-3 - SP.**  
**TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL em São Paulo.**

Participaram do Julgamento os

**Dignos Magistrados,**

**Dra. JUÍZA MARISA SANTOS,**

**Dr. JUIZ ARI AMARAL e o**

**Dr. JUIZ LUIZ ROBERTO HADDAD.**

Contemporaneamente vamos encontrar o Leonas PY2MOK, em plena atividade como ele gosta, defendendo sempre a classe do radioamador paulista, que através do Direito faz a justiça prevalecer sobre a prepotência de alguns vizinhos ou síndicos mal informados.

Agora folheando a Revista AREP Express ano 2, nº 7 pagina 24, encontramos o seguinte escrito do Leonas PY2 M O K :

## JUIZ CONCEDE DIREITO À ANTENA

Como advogado na área do Direito de Telecomunicações, neste artigo farei uma análise da posição jurídica, do Direito, contida na Sentença Judicial proferida pelo Eminent e Culto Juiz de Direito, Doutor **ADILSON DE ANDRADE** da Comarca de São Paulo, eis que é favorável para a nossa classe de radioamadores.

Principiemos pelo tópico Final da Sentença proferida na ação de Manutenção de Posse, onde decretou o seguinte, o Doutor Juiz :

"Julgo procedente o pedido, para o fim de manter o autor definitivamente na posse da área destinada a instalação das antenas de radioamador sem prejuízo de utilização dos demais condôminos, cominando multa equivalente a 2 Salários Mínimos por dia".

A área que o Doutor Juiz manteve na posse do radioamador PY2 W G, MANUEL NORONHA DE MOURA FILHO, foi exatamente o teto do edifício onde reside.

Pôr decisão de assembléia condominial procurou o condomínio Réu restringir ao radioamador o uso do teto no tocante ao seu sistema irradiante.

Importante fulcro legal no qual fundamenta-se a Sentença Judicial favorável ao radioamador, foi o que ficou evidenciado quanto a utilização do topo do

edifício em condomínio pelo radioamador que não tem caráter de exclusividade, até porque é parte de uso comum do prédio e que em suma do ponto de vista legal fica descartada por isso a alegada utilização do teto com exclusividade pelo radioamador, que é insusceptível de acontecer até por força do artigo 3º da Lei Federal nº 4.591/64, (Lei dos Condomínios).

Então vale dizer que ficou bem claro que o radioamador tendo suas antenas instaladas no teto do edifício em condomínio, ainda assim não estará ele fazendo uso exclusivo daquela área, como alegava o condomínio Réu, mesmo porque continuava sendo área de uso comum do condomínio e a utilização do teto feita pelo sistema irradiante não tem esta característica de exclusividade no uso daquela área.

Cabe ressaltar ainda que o Doutor Juiz, para resguardar os direitos do radioamador, declarados pôr Sentença culminou uma multa diária de dois Salários Mínimos a fim de impedir que o condomínio Réu, volte a restringir o radioamador de alguma forma.

Ao final depreende-se, portanto, que de fato o radioamador pode sim utilizar-se da área comum do topo do edifício para instalação do seu sistema irradiante, eis que tal entendimento promana da Lei e vem sendo reiteradamente confirmada pelo Poder Judiciário, eis que não interfere com a normalidade da vida condominial, sendo que existem muitos outros precedentes judiciais no mesmo sentido, pelo que podemos dizer que há uma jurisprudência mansa e pacífica em prol do Serviço de Radioamador, interpretando a legislação que nos ampara legalmente dizendo do Direito, função jurisdicional do Estado exercida pôr Juizes de Direito que tem se mostrado Cultos e Conhedores nesta área.

O objetivo deste artigo foi analisar a posição de Direito contido na Sentença proferida pelo Culto Juiz de Direito, Doutor **ADILSOM DE ANDRADE**, publicada no DIÁRIO OFICIAL DA JUSTIÇA no dia 31 de julho de 1.997.

Finalmente ao analisarmos a Lei brasileira e estes trabalhos jurídicos e diante das jurisprudências existentes no Poder Judiciário, facilmente chegamos a conclusão de que :

Segundo determina a Constituição da Republica Federativa do Brasil, combinada com a Lei das Telecomunicações, Lei Federal nº 4.117/62; com a Lei dos Condomínios, Lei federal nº 4.591/64; com a Lei Geral das Telecomunicações, Lei federal nº 9.472/94; com a Lei das Antenas, Lei federal nº 8.919/95; com a Lei do Radioamador, Decreto Lei nº 91.836/85; com a Norma do Radioamador, Norma 31/94; com a Licença de Funcionamento da Estação de Radioamador e da Declaração do Ministério das Comunicações, existe sim, de forma pacífica e unânime este permissivo para instalação de torres e antenas de radioamador sobre o topo dos edifícios em condomínio.

# **BALUNS NAS ANTENAS** **DIPOLO DE MEIA ONDA**

Pelo presente capítulo discutiremos sobre a necessidade de se colocar um transformador de linha, balanceado/desbalanceado (balun, que vem da língua inglesa balanced-unbalanced), no ponto exato de conexão entre a antena dipolo de meia onda e o cabo de alimentação coaxial.

Ao analisarmos o funcionamento, tanto de uma antena dipolo de meia onda quanto de um cabo de alimentação coaxial, já surge, nos mostrando a inconveniência de realizarmos esta conexão diretamente, advindo a necessidade da interposição de um elemento entre o cabo e a antena dipolo, este elemento que dita esta transição, nada mais é do que o transformador de linha balanceado/desbalanceado - Balun -.

A omissão do dito Balun pode acarretar graves inconvenientes aos usuários de antenas.

Sua colocação é importante para assegurar um bom funcionamento de todo o sistema irradiante de uma estação de rádio, minimizando assim as interferências, que podem ocorrer nos equipamentos próprios e principalmente nos de terceiros, além de melhorar a irradiação pelo sistema irradiante da estação.

**202    MANUAL DE ANTENAS PARA O RADIOAMADOR**  
**INSTRUÇÕES PARA A MONTAGEM DO BALUN**  
**PARA ANTENA DIPOLO DE MEIA ONDA COM**  
**NÚCLEO DE FERRITE**

-> Material da bobina do balun :

1 Ferrite com 100 m m. de comprimento por  
12 m m. de diametro.

3 pedaços de fio esmaltado com 600 m m. de  
comprimento por 2,5 m m. de diametro.

1 Conector para o cabo coaxial - SO 239, femea.

-> Marcar numericamente os terminais dos fios  
para não confundir as ligações da bobina : .

**bobina 1 = terminal 1 e terminal 2**

bobina de cor preta no desenho da figura 88, -->-->-->-->

**bobina 2 = terminal 3 e terminal 4**

bobina de cor branca no desenho da figura 88, -->-->-->-->

**bobina 3 = terminal 5 e terminal 6**

bobina de cor rajada no desenho da figura 88.-->-->-->-->

-> Modo de enrolar a bobina :

Para iniciar o enrolamento juntar os terminais : 1 ; - 3; - 5;

Colocar lado a lado os 3 fios;

Dar 9 voltas com os 3 fios juntos, ao terminar o  
enrolamento haverá 27 espiras sobre o ferrite e os  
terminais neste final serão 2; - 4; - 6;

-> Ligação dos terminais :

Soldar o terminal 1 no terminal 4,

Deixar o terminal 2 para o lado negativo da antena,

Deixar o terminal 3 para o lado positivo da antena,

Soldar o terminal 4 no negativo do conector,

Soldar o terminal 5 no centro do conector (vivo),

Soldar o terminal 6 no terminal 3.

**Nota muito importante :**

Este balun com ferrite deve ser usado apenas em  
transmissores de no máximo 100 watts de potência.

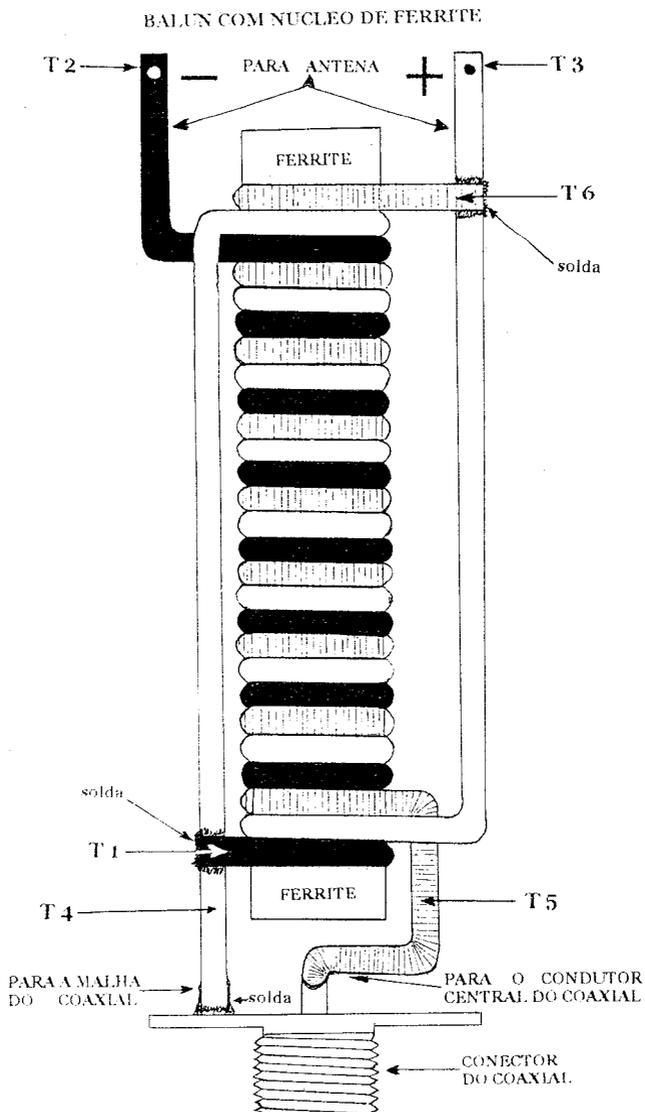


figura 88

## INTRODUÇÃO :

Parece existir uma velha controvérsia, uma questão que tem sido muito discutida e nem sempre amistosamente entre os radioamadores, é a validade das Leis fundamentais da natureza na descrição dos fenômenos.

Igualmente existe esta controvérsia entre os radioamadores sobre a conveniência ou não de se colocar um Balun entre a antena e o cabo de alimentação coaxial, mais precisamente nas antenas dipolo de meia onda, alimentadas no seu centro.

Para tentar responder este questionamento convém antes de tudo, repassarmos o funcionamento de uma antena dipolo de meia onda e uma linha de alimentação de cabo coaxial.

## ANTENA DIPOLO DE MEIA ONDA :

A antena dipolo de meia onda apresenta uma distribuição de corrente e tensão.

A tensão se apresenta máxima nos extremos e é nula em seu centro para um dado momento no tempo, quando o valor zero de tensão é coincidente na antena dipolo de meia onda a partir do seu centro para o lado direito a tensão aumenta e a corrente diminui, indicando que os extremos da antena são os pontos de tensão máxima e de corrente mínima, enquanto no centro da antena a corrente é máxima e a tensão é mínima.

Observando bem este ponto de alimentação (centro da antena), veremos que temos a necessidade de contar com uma tensão positiva de um lado da

alimentação e uma tensão negativa no outro lado, para um dado instante no tempo.

Assim podemos deduzir com toda a convicção de que a linha da alimentação deve ser capaz de nos fornecer uma tensão simétrica (positiva de um lado e negativa de outro), permanentemente, com referencia a tensão (zero volts a massa).

Com respeito a corrente que circula por uma antena dipolo de meia onda, esta é nula nos extremos e apresenta-se no máximo em seu centro, destacaremos aqui de que a variação da corrente é regular ao longo da antena dipolo de meia onda.

### CABO COAXIAL :

O cabo coaxial é construído por dois (2) condutores concentricos sendo um condutor na parte mais interna que vem a ser o condutor central ou vivo, com isolamento plástico a sua volta, sendo que o outro condutor esta em sua volta na parte mais externa, que vem a ser a malha, sendo que esta, apresenta-se isolada pela parte de fora por um material plástico.

Ambos os condutores do cabo coaxial são aptos de transportar a corrente desde o transmissor até a antena.

Destacamos de que a corrente deve circular única e exclusivamente pelo condutor mais interno (vivo), do cabo coaxial.

De maneira que, quando a corrente consegue circular pelo condutor mais externo (malha), o cabo coaxial se transforma em um irradiante (antena).

### CORTE TRANSVERSAL DE UM CABO COAXIAL :

A tensão na malha deve estar permanentemente nula, para que nunca possa existir um campo elétrico com o exterior do condutor.

### CONEXÃO DA ANTENA DIPOLO COM A LINHA DE ALIMENTAÇÃO :

Quando analisamos a possibilidade de conectar a antena dipolo de meia onda com o cabo coaxial diretamente, observamos que se apresenta um serio problema para a sua efetiva conexão com o dito cabo coaxial.

Uma vez que já é sabido, de que a malha do cabo coaxial deve encontrar-se em potencial de massa e se a conectarmos diretamente para um dos lados da antena dipolo de meia onda, na qual sabemos que em seu centro existe uma tensão distinta ou seja zero, desta maneira certamente haverá um desequilíbrio de tensões.

Esta situação também trará um desequilíbrio nas correntes que circulam no sistema e em conseqüência aparecerá uma corrente no condutor mais externo (malha), do cabo coaxial.

De forma que, esta corrente circulando pela malha do cabo coaxial é a principal responsável pelo mau funcionamento do sistema irradiante (posto que, transforma o cabo coaxial em antena transmissora).

Pelo acima exposto vemos claramente esquematizada a distribuição da corrente em uma antena dipolo de meia onda conectada incorretamente ao cabo coaxial.

### O CABO COAXIAL EM CORTE LONGITUDINAL :

Ao mentalizarmos a figura acima descrita poderemos observar de que a corrente ao circular pelo condutor mais interno (vivo), e que ao chegar no ponto da conexão com a antena dipolo de meia onda e por causa do desequilíbrio já existente, (sendo que anteriormente foi muito bem mencionada, a origem de uma corrente no condutor mais exterior (malha), sendo que este desequilíbrio é o responsável pela diminuição da corrente na aresta direita da antena dipolo de meia onda.

Esta diminuição da corrente na aresta direita faz com que a eficiência da antena em tese apresente-se mais reduzida, e conseqüentemente a irradiação piora consideravelmente devido a corrente aparecer no condutor mais externo (malha), este fato realmente alterará todos os parâmetros de irradiação desta antena.

### JUSTIFICANDO O BALUM :

Pelo acima exposto surge inevitavelmente a pergunta :

Como faremos para realizar a conexão do cabo coaxial com a antena dipolo?

Pelo que já manifestamos anteriormente, reafirmamos nossa posição de que o desequilíbrio de tensões e correntes não são recomendáveis, estas tensões e correntes sempre aparecem quando a conexão é direta, na antena dipolo com o cabo coaxial.

Devemos sim, fazê-lo através de um Balun, que fisicamente vem a ser um dispositivo que converte a linha coaxial assimétrica (onde um condutor é o vivo e o outro a

208 MANUAL DE ANTENAS PARA O RADIOAMADOR  
massa), em uma linha simétrica (antena onde os dois condutores são vivos com tensões opostas).

O balun é semelhante a um auto-transformador para RF, que provê a necessária transição da linha assimétrica em simétrica.

### DIAGRAMA ELÉTRICO DE UM BALUN :

Na antena dipolo se faz necessário conectar o seus terminais e o Balun provê a tensão positiva e negativa, simultaneamente, com referencia a massa, é o que realmente necessitamos para assegurar um bom funcionamento do sistema irradiante.

### INCONVENIENTES DA OMISSÃO DO BALUN :

Daremos especial ênfase para a necessidade para que a linha de transmissão não irradie (para que o cabo coaxial não vire antena), pois o que pretendemos é que esta linha de transmissão apenas transporte a energia de RF, do transmissor até a antena e só, o que na realidade é apenas esta a sua única função e que se faça com as menores perdas possíveis.

No caso contrário, quando um cabo coaxial irradia, (no caso de estar transmitindo sem o necessário balun), normalmente produz irradiação em lugares inadequados, como por exemplo : os arredores da torre e até mesmo dentro da residência do radioamador ou na sua vizinhança.

Isto produz interferências indesejáveis em todos os tipos de aparelhos como por exemplo: Na televisão; Nas linhas telefônicas; Amplificadores de som; Equipamentos eletrônicos em geral, etc..

Além do mais, a dita corrente circula pelo microfone e também pela mão, atravessando o corpo do radio-perador, o que vem gerar conseqüências desagradáveis e danosas para a saúde humana, isto é facilmente comprovado porque a RF, interfere no microfone e seus circuitos associados, aí para solucionar o problema desta interferência o radioamador recorre para a solução de blindar o cabo do microfone e na realidade ele apenas conseguiu esconder o problema, somente conseguiu isolar o microfone da interferência, que no caso soluciona apenas a interferência no microfone, mas na realidade esta solução boa para o microfone, não é boa para o radioamador, porque esta blindagem passa a conduzir esta RF diretamente para a mão e através desta para o corpo do radioamador, o que não é nada bom para a sua saúde.

No caso de se possuir um computador dentro do shack, sem os devidos cuidados de sua proteção, este se verá seriamente afetado pelas correntes de RF, que circulam pela conexão transceptor/modem, dependendo do caso, estas correntes podem destruir o PC, e normalmente produz anomalias em seu funcionamento.

Temos que destacar de forma muito importante de que, ao se detectar uma irradiação dentro da sua estação de rádio, ou dentro da sua residência, vez que, esta irradiação vem a ser prejudicial à saúde do radioamador e também a todos os habitantes desta residência, isto porque nesta situação a circulação de correntes de RF, são induzidas nos fios elétricos da residência, que por sua vez transformam estes fios elétricos em antenas, começando a irradiar a dita Radio Freqüência, por toda esta residencia.

### CONCLUSÕES :

Por tudo que aqui foi exposto, podemos facilmente deduzir que :

O balun instalado nas antenas dipolo, alimentadas em seu centro através de um cabo coaxial, não só é necessário mas é imprescindível, já que a sua omissão provoca :

Interfêrencias em todos os tipos de equipamentos nas redondezas.

Transmitindo desta forma incorreta o radioamador também estará cerceando o direito de terceiros (vizinhos), em assistirem seus programas favoritos de televisão, de usarem o seu telefone, tocar em equipamentos musicais, amplificadores de som, interruptores elétricos, disparo de alarmes e até nos varais de roupas que são usadas pela esposa lá no quintal, quando estes são metálicos.

A energia de RF, presente no interior de uma residência sempre afetará de algum modo a saúde de seus habitantes.

Nunca se esqueça deste simples detalhe : a energia de Rádio-Freqüência, que não é irradiada pela antena nunca se perde, naturalmente estará sendo irradiada por outras formas e normalmente em locais inadequados e imprevisíveis, o que também produz perdas dificilmente estimadas; havendo um decréscimo no rendimento global do sistema irradiante da estação.

A corrente desequilibrada na antena dipolo e a corrente presentes na malha do coaxial, produzem a deformação do lóbulo de irradiação desta antena, isto porque estas antenas mostram medidas em que as mesmas variam livremente.

A qualidade da transmissão de uma estação que opere nestas condições, apresentará uma diminuição na potência irradiada, porque esta transmissão foi afetada pela produção de energia de RF, em circuitos elétricos associados.

Todos estes inconvenientes apresentam-se mais incrementados, sobremaneira quando se aumentam as potências de RF irradiadas (no caso de uso de amplificadores lineares "botinas"), pelo que se recomenda tomar redobradas precauções que se fazem necessárias neste caso.

Caro colega radioamador, seja cuidadoso ao operar a sua estação de rádio, cuide-se de você, de sua família, das famílias de seus vizinhos, do seus equipamentos, procure sempre melhorar a qualidade de sua transmissão, não interfira nos sistemas de terceiros, não interfira nos varais das nossas donas de casa :

**USE SEMPRE UM BALUM PARA A TRANSIÇÃO  
SIMÉTRICO/ASSIMÉTRICO**

em sua antena.

# ONDAS ESTACIONÁRIAS

Já verificamos como calcular e montar um sistema irradiante, para a faixa do radioamador.

Estamos quase prontos para iniciarmos as nossas atividades de rádio-operador, operando a estação que já se encontra com o transceptor instalado.

A antena colocada em seu lugar e firmemente instalada, a linha de alimentação conectada entre a antena e o equipamento.

Mas, surge uma pergunta, será que tudo está funcionando corretamente? Como saber?

É fundamental verificarmos o funcionamento do sistema irradiante, para tanto é necessário medir as ondas estacionárias, o que é facilmente feito através da leitura de um aparelho chamado "MEDIDOR DE ROE", ou medidor de onda estacionária, ROE (R - Relação; O - Onda; E - Estacionária), que em inglês é chamado de "SWR Meter", (S - Standing; W - Wawe; R - Ratio; Meter - medidor).

Utilizar o medidor de onda estacionária é muito simples :

- 1º - Libere o conector que esta acoplado ao cabo da antena no transmissor.
- 2º - Introduza o medidor de onda estacionária conforme mostra a figura de nº 89, o cabo utilizado entre o medidor de onda

- estacionária e o transceptor deve ser o mais curto possível.
- 3º - Ligar o transceptor verificando sempre se a frequência está vaga.
  - 4º - Ligue a chave do medidor para o ponto FWD, (direto).
  - 5º - Aperte o ptt do microfone, passando a transmitir.
  - 6º - Ajuste o "Quinob" rotativo do medidor para que o ponteiro atinja o final de escala.
  - 7º - Agora retorne a chave para a posição REF, (refletida) e leia na escala do medidor a relação de ondas estacionárias.
  - 8º - Libere o ptt interrompendo a transmissão.

Ao verificar a leitura no "Medidor de ROE" avalie-se o estado em que se encontra a antena, se marcar **1.1**, a antena esta em otimas condições para transmitir;

Se o "Medidor de ROE" indicar uma medida até de **2.0**, ainda esta em condições de transmitir, porém precariamente;

Porém se o "Medidor de ROE" indicar uma leitura acima de **2.5** ou **3.0**, PARE, recomendo reverificar o sistema irradiante, pois nestas condições existe o perigo de danificar o rádio transmissor, devido existir algum erro na antena.

O Colega radioamador verificará que no "Medidor de ROE", existe uma faixa em vermelho normalmente do valor **3** em diante.

Se na leitura o Colega obter o nível **3**, diremos que a antena está no nível **3 da onda estacionária**, neste nível ou qualquer outro nível acima de **3**, o Colega estará colocando em risco seu equipamento transmissor, pois neste nível já esta retornando **25%** da energia não irradiada pela antena, sobre o transmissor.

Verifique na tabela abaixo o valor da potência irradiada e o valor do possível retorno de energia da antena sobre o transmissor:

ROE NÍVEL	RETORNO DE ENERGIA VALOR	POTÊNCIA IRRADIADA VALOR
1.	0,1%	99%
1.5	0,4%	96%
2.	12,0%	88%
2.5	20,0%	80%
3.	25,0%	75%
3,5	30,0%	70%
4.	35,0%	65%
4.5	40,0%	60%
5.	45,0%	55%
10.	80,0%	20%

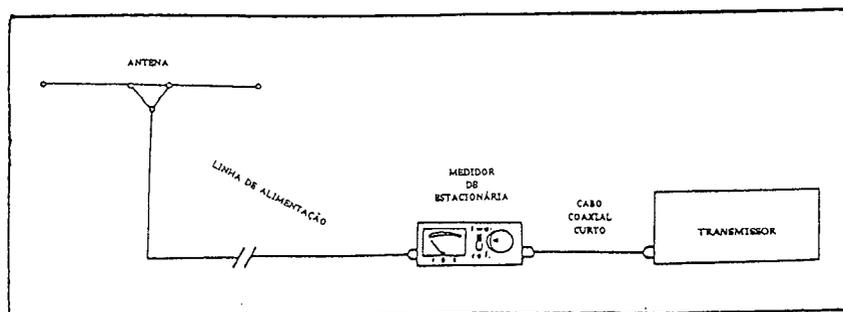


figura 89

Não convém utilizar o transmissor com uma ROE igual ou superior do que o nível 3.

Para um bom sistema de antena, bem construído e instalado deve-se procurar ajustar uma ROE menor ou igual a 1.1 ou até 1,5, é o aconselhável, para se obter uma boa transmissão de sinal e preservar o equipamento transmissor.

Aconselho o colega a manter o "medidor de ROE" conectado permanentemente entre a antena e o transmissor, pois qualquer alteração que venha a ocorrer no sistema irradiante será imediatamente detectado no "medidor de ROE", evitando assim danos maiores no tranceptor..

Volto a insistir, não utilize o equipamento rádio transmissor com ROE no nível 3 ou superior, pois agindo desta forma o Colega poderá danificar seriamente seu tranceptor e por tabela seu bolso.

Para melhor entender como a energia se propaga em uma linha de transmissão e como as reflexões geram ondas estacionárias na linha, suponha o Colega que esta segurando um dos extremos de uma corda de sisal e que o outro lado esta preso a uma parede.

Quando a mão dá uma sacudidela na corda, uma vibração começa a percorrê-la.



figura 90

Se a corda fosse infinitamente longa, a vibração prosseguiria indefinitivamente ao longo da corda.

Isto equivaleria a uma linha de transmissão de comprimento infinito ou a uma linha plana em que a energia aplicada à mesma, fosse totalmente absorvida.

Quando a vibração na corda atinge o extremo preso à parede, é refletida de volta à mão.

Da mesma forma, quando uma linha de transmissão não é casada, a energia elétrica é refletida, retornando ao transmissor.

Se a mão fizer a corda vibrar numa constante, as vibrações refletidas se combinaram com as novas vibrações, produzindo ondas estacionárias ao longo da corda.

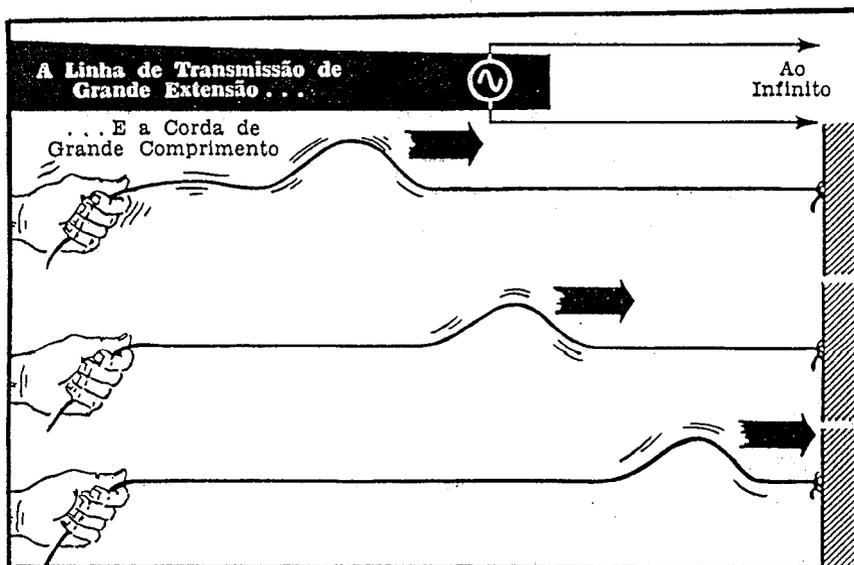


figura 91

Em alguns pontos, as novas vibrações e as refletidas estão em fase e se reforçam mutuamente para produzir vibrações de grande amplitude.

Em outros pontos, estão defasadas e se anulam, e a corda parece imóvel nestes pontos.

De maneira semelhante, formam-se ondas estacionárias de tensão e de corrente em uma linha de transmissão não casada.

# O ONDÂMETRO

Para observar o diagrama de irradiação de uma antena, use um ondâmetro, que é muito fácil de ser construído, com poucas peças e de fácil aquisição no comércio, ou na sucata que esta lá no porão, o aparelho é constituído por uma antena de meia onda ligada a um medidor de corrente de R. F. .

Ligue um resistor de 73 OHMS., entre os terminais de entrada da antena, para ter uma terminação correta, ligue também um diodo de cristal de germanio e um capacitor em paralelo com o resistor.

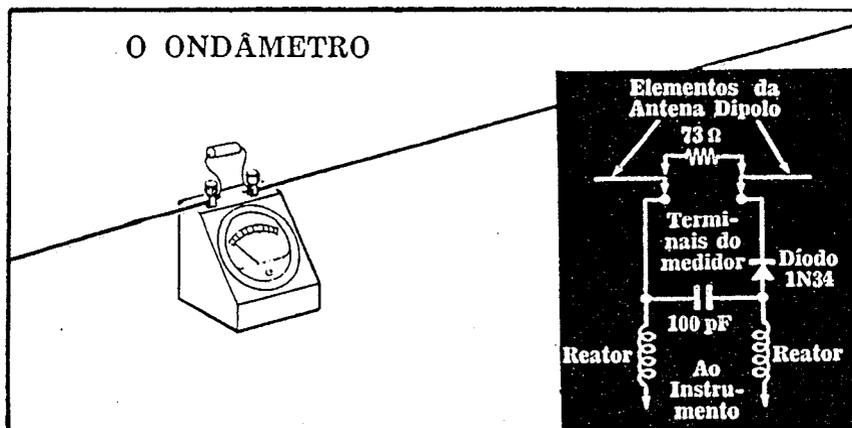


figura 92

Quando a antena capta a R. F., o instrumento apresenta uma deflexão proporcional à intensidade da irradiação.

O cristal retifica a R. F., na tensão de saída do retificador.

O miliamperímetro de C. C., é ligado em paralelo com o capacitor através de 2 reatores de R. F., que bloqueiam a R. F., mas permite que a C. C., percorra o medidor.

Coloque o ondômetro bastante afastado da antena transmissora, de modo que a agulha do medidor não seja deflexionada.

Então, varie a frequência do transmissor até que o instrumento indique um pico.

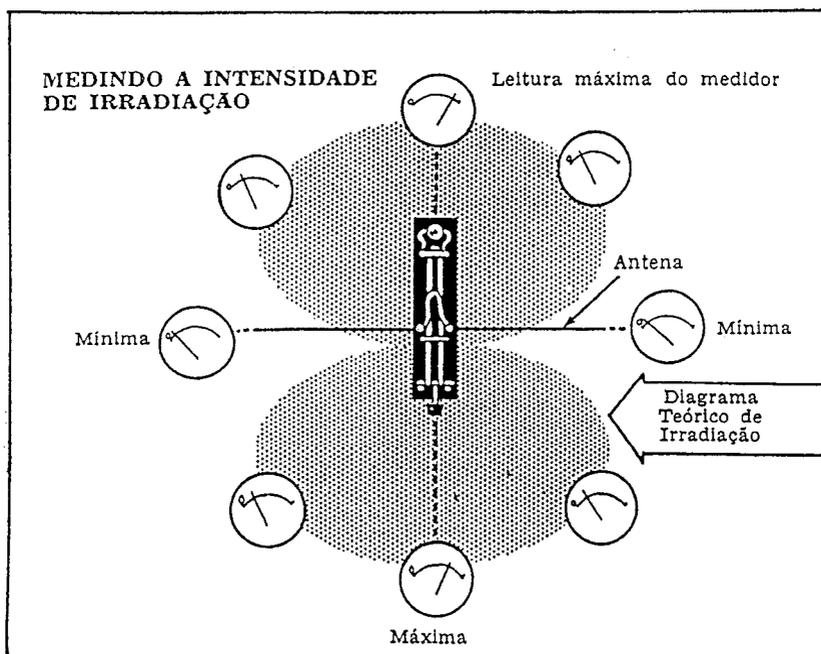


figura 93  
Medindo a intensidade de irradiação

---

Neste momento, a antena corresponde exatamente a meio comprimento de onda e, portanto, esta com irradiação máxima.

Em seguida verifique a intensidade do campo irradiado, colocando o ondâmetro em posições diferentes em torno da antena transmissora.

Teoricamente, a intensidade da irradiação é máxima em um plano perpendicular à antena em seu centro e é mínima nos extremos da antena.

# O ATERRAMENTO

Talvez seja o elemento da estação de radioamador menos mencionado e analisado, sendo-lhe somente dada a menor atenção.

Esse elemento é a tomada de terra, cuja análise teórica é certamente de interesse, relacionando ao aterramento encontramos vínculos com outros fatores considerados relevantes, tais como a T.V.I., (Television Interference), ou interferência em aparelhos de televisão.

O aterramento é bastante esquecido e pouco lembrado e talvez contribua para tal, o fato de geralmente suas conexões percorrerem obscuros cantos por trás dos móveis, rumo a um distante, solitário, escondido e embutido cano d'água na terra, HI!

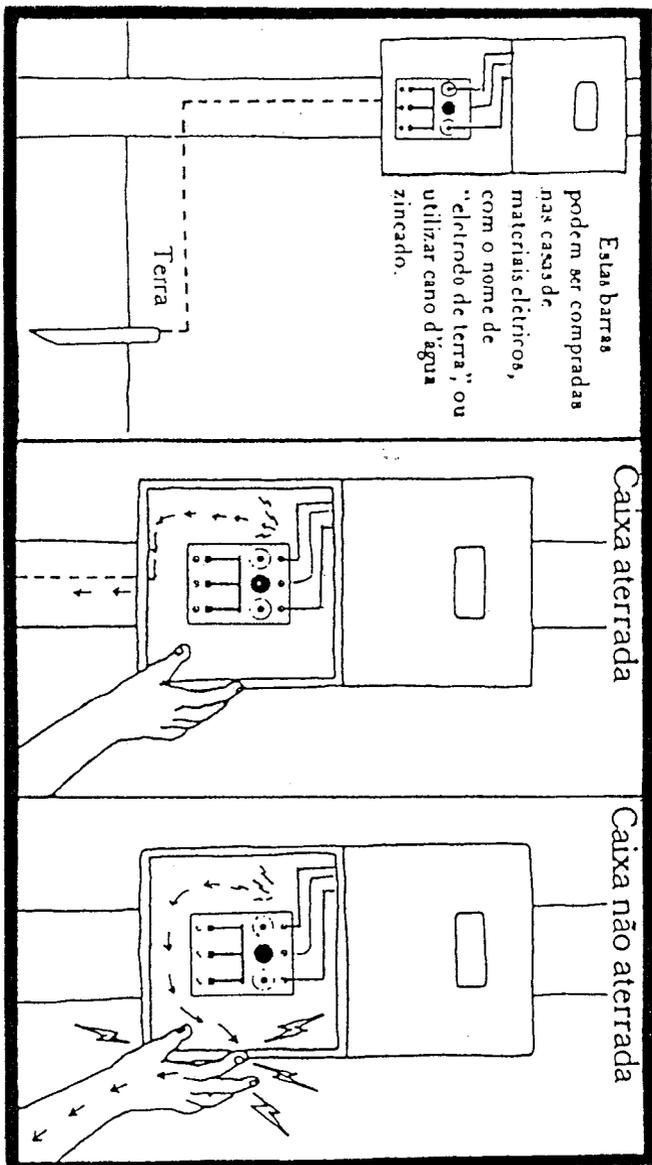
Lembre-mos pois, de nossos oxidados aterramentos e saibamos agora de sua importante função.

A tomada de terra é uma ligação elétrica estabelecida com o solo, cuja função é proporcionar um ponto de conexão por onde cargas elétricas possam ser escoadas à terra.

Assim sempre atendendo a esta função, encontraremos as tomadas de terra em pára-raios, na industria, na conexão neutra da rede elétrica domiciliar e no radioamadorismo.

O amplificador de potência de R. F. (Rádio Freqüência), do nosso transmissor, cria grande intensidade de campo eletromagnético, sendo que o

## Aterramento de Caixas de Luz



Observação: O fio Terra deve ser, no mínimo, da mesma seção do fio Fase.

figura 94

revestimento metálico do transmissor, além de abrigar o circuito interno do equipamento, atua como uma efetiva blindagem que bloqueia o extravasamento dessa energia (**Gaiola de Faraday**).

É peculiar aos campos magnéticos atravessarem quaisquer substância, mesmo que sejam isolantes elétricas, tais como o vidro, madeira, cerâmica etc. .

No entanto uma caixa de ferro possui a propriedade de reter e circunscrever estes campos magnéticos, evitando a dispersão no ambiente.

Não é próprio dizer que os campos eletromagnéticos não atravessam a chapa de ferro, pois na realidade a chapa de ferro detém sua dispersão no ambiente mantendo-os concentrados na região circunscrita pela blindagem.

Dada a elevada permeabilidade magnética deste metal (o ferro é 2.000 vezes maior que o ar), as linhas de força magnética encontram facilidade em prosseguir seu caminho através da chapa de ferro, não dispersando para o ambiente.

No entanto quando se trata de freqüências elevadas, tais como as utilizadas na rádio transmissão, estas induzem na chapa metálica de blindagem tensões que produzem correntes parasitas (**Correntes de Foucault**), estas correntes parasitas levam o nome do grande cientista e físico francês falecido em 1.869 (**Jean Bernard Leon Foucault**).

Que por sua vez, exercem um efeito de blindagem impossibilitando que o fluxo magnético penetre através do metal.

Em virtude deste principio, seria preferível a utilização de materiais não magnéticos e de grande condutividade como blindagem para R.F., tais como : cobre ou latão, pois o efeito de blindagem proporcionado

pelas correntes parasitas induzidas, é tanto maior quanto maior a condutividade do metal e maior frequência.

A tensão induzida é proporcional a frequência do fluxo magnético e a intensidade das correntes produzidas por esta tensão induzida, relaciona-se proporcionalmente com a condutividade do metal empregado.

Dada a sua maior resistividade, o ferro não é o metal mais adequado para blindagem de R.F., embora apresente um funcionamento bastante aceitável.

Assim a conexão da blindagem com a tomada de terra, proporciona um ponto por onde se possa escoar as correntes nela induzidas.

Este escoamento proporcionado pelo aterramento, auxilia a circulação das correntes pela chapa metálica de blindagem, garantindo assim o efeito de bloqueio magnético proporcionado por estas correntes circulantes.

A blindagem deve ter boa condutividade elétrica e um mínimo de juntas que possam causar obstáculos às correntes parasitas e ao trajeto do fluxo magnético.

Uma boa blindagem é obtida soldando-se o maior número de juntas e, isto não sendo possível, deve-se empregar um dispositivo de união que permita um contato de baixa resistência, a fim de reduzir as correntes parasitas.

Algo que todo radioamador já deve ter ouvido, é a recomendação de se utilizar um condutor grosso na conexão do equipamento com a tomada de terra.

Esta exigência surge como consequência do fato de que através deste condutor circulam correntes de frequência elevada e dada a ocorrência do efeito pelicular, deve-se utilizar um condutor de diâmetro considerável a fim de minimizá-lo.

Tal efeito pelicular cuja conseqüência é o aumento da resistência do condutor a passagem da corrente elétrica, caracterizando-se pela efetiva tendência das correntes de alta freqüência circularem pela região mais externa do condutor, bem próxima a superfície do mesmo.

As correntes de alta freqüência não distribuem-se uniformemente por toda a secção do condutor, concentrando-se em sua periferia, pelo que pode-se até desprezar a condutividade da parte interna do mesmo, o que equiivale à uma secção útil menor com conseqüente aumento de sua resistência elétrica.

Portanto um condutor com maior superfície (maior diâmetro), compensa tal efeito, oferecendo maior área para condução da corrente.

Tal precaução é importante para que se obtenha um aterramento verdadeiramente eficiente.

Ao invés da utilização de um cabo de diâmetro grosso, pode-se também ser utilizado para conexão com o aterramento, o chamado **Fio LITZ**, que é um conjunto de condutores de cabos finos, composto de muitos fios de calibre fino, todos trançados entre si, porém devidamente isolados.

O **Fio LITZ** é utilizado justamente onde se requer grande condutibilidade para correntes de rádio freqüência.

O principio que explica a capacitação do **Fio LITZ**, para correntes de R.F., é exatamente o já mencionado efeito pelicular e superficial que tais correntes apresentam num condutor elétrico preferindo sempre sua superfície.

A falta de aterramento pode com certeza acarretar a T.V.I., posto que sem ele podem ocorrer irradiações não desejáveis, dadas a redução da eficiência da blindagem.

É conveniente que as conexões de aterramento sejam muito curtas a fim de evitar irradiação pelo condutor.

Conexões muito longas e extensas, dada a ocorrência de irradiação espúrias, podem tornar-se uma fonte de T.V.I. .

Como já é do nosso conhecimento, uma vez que este assunto foi abordado em paginas anteriores deste livro, é uma característica a tendência da irradiação dos campos magnéticos quando as conexões por onde circulam as correntes elétricas se estendem em comprimento (**antena**).

Uma boa sugestão para evitar-se este inconveniente, é a instalação de uma tomada de terra dentro do nosso "shack", no solo, local onde a conexão com o transmissor possa ser efetuada através de uma curta conexão.

Dado o bom rendimento, praticabilidade e facilidade de instalação, passo a descrever um sistema de aterramento e o recomendo aos Colegas radioamadores.

## CONSTRUINDO O ATERRAMENTO DO NOSSO "SHACK"

O elemento principal desta "tomada de terra", é uma barra chata de cobre, cujas dimensões são as seguintes :

1.600 mm. de comprimento por

15 mm. de largura, por

03 mm. de espessura.

Esta é uma das partes do "eletrodo de terra".

Para conseguir-se a necessária firmeza para a penetração no solo, deve-se fixar a barra de cobre junto a uma barra de ferro redondo de  $\frac{1}{2}$  polegada de diâmetro (barra de ferro redondo daquele usados em construção).

Tal composição garante a rigidez necessária para a penetração no solo.

A barra de ferro redondo deve ser 20 (vinte) centímetros (200 mm.), menor do que a barra de cobre, a tal diferença existente fará com que a barra de ferro redondo fique efetivamente escondida no solo e desapareça de nossa visão, cuja dimensão é a seguinte :

1.400 mm. de comprimento por,

$\frac{1}{2}$  polegada de diâmetro.

Esta é a outra parte do "eletrodo de terra"

A união das 2 (duas), barras que formará o conjunto, deverá ser feito através de rebiteagem, no entanto deveram ser previamente realizados furos passantes nas duas barras e posteriormente deverá ser feita a devida rebiteagem, para compreender-se melhor este arranjo exposto, é só acompanhar as figuras deste capítulo, ai meu caro Colega você estará apto para construir um aterramento igual.

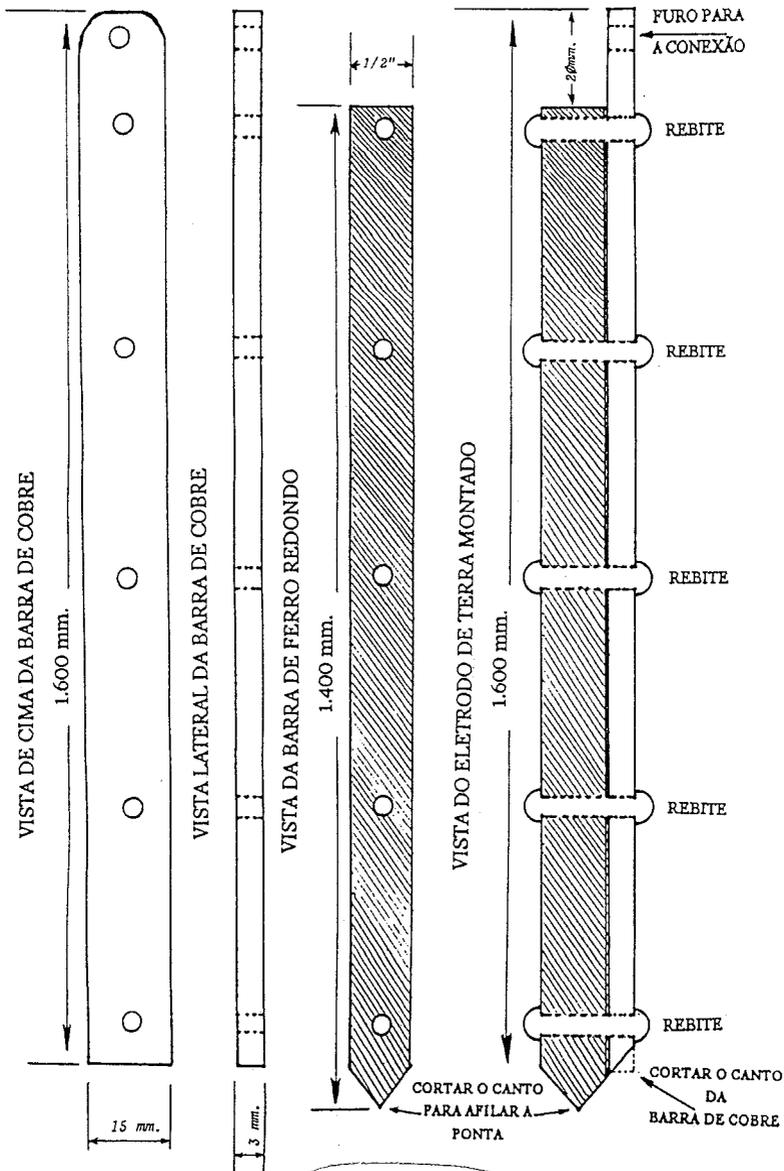


figura 95

A vantagem principal da utilização deste conjunto de aterramento está em eliminar os inconvenientes de fincar-se um cano d'água galvanizado no solo, cuja penetração é extremamente difícil.

Este conjunto de aterramento oferece uma resistência mecânica muito superior à penetração no solo em relação a oferecida por uma barra de cano d'água galvanizado.

Em mãos o conjunto de aterramento pronto com as respectivas partes rebitadas, antes de finca-la no solo, devemos proceder da seguinte forma :

No local escolhido para fincar o conjunto de aterramento deve-se fazer uma perfuração inicial de 60 centímetros (600 mm.), de profundidade por 5 centímetros ( 50 mm.) de diâmetro, utilizando-se de uma broca, ou um cano d'água de 2 polegadas,

Se utilizarmos um cano d'água de 2 polegadas na falta de uma broca devemos fazer o seguinte :

Deveremos dar pancadas na parte superior do cano, retirar o cano do local e retirar a terra da parte interna e repetir á operação até atingir-se a profundidade desejada, como se vê a perfuração inicial não precisa ser muito profunda apenas 60 centímetros.

Tal perfuração tem dupla finalidade :

**A-** Facilitar a penetração inicial do "eletrodo de terra".

**B-** Possibilitar que se agregue ao solo, junto ao aterramento, substâncias que aumentem a condutividade elétrica do solo.

O cano de 2 polegadas somente é utilizado para o

broqueamento do solo, portanto deve ser retirado do furo assim que cumprida sua missão, não devendo permanecer no solo.

Assim como já esta pronto o "eletrodo de terra", e tendo sido feita a perfuração inicial do solo, passemos a definitiva instalação da "tomada de terra".

Naquela perfuração inicial feita no solo, deverá ser despejada bastante água para que o solo a absorva e amoleça.

Feito isto inicia-se a introdução do "eletrodo de terra" no solo, já em caráter definitivo, que inicialmente pode ser feita empurrando-o com as próprias mãos, o máximo de profundidade que a resistência do solo permitir (e o máximo que sua força conseguir HI!).

O pedaço do conjunto de aterramento que restou para fora (e que já não deve ser muito), deverá ser delicadamente introduzido com suaves pancadas ou marteladas (HI!), sempre no extremo superior da barra de ferro redondo, nunca na barra de cobre.

Para evitar que acidentalmente danifique-se a barra de cobre com uma descuidada martelada, devemos utilizar-se de um pedaço de barra de ferro para compensar a diferença de 20 centímetros (200 mm.) existente no conjunto.

Note-se que o conjunto de aterramento, a parte de ferro neste extremo superior encontra-se 20 centímetros (200 mm.), menor do que a de cobre, muita atenção a este detalhe.

Eis que ai está aquela "estrovenga" enfiada, enfincada e embutida no solo, tal como uma obra de arte e heroísmo anônimos, que para demonstrar sua grandeza (ou comprimento), só restam mais ou menos uns 10 centímetros (100 mm.), por sobre o solo.

Após uma pequena pausa para um merecido

VISTA LATERAL DO CONJUNTO DE ATERRAMENTO  
FINCADO NO SOLO

NÍVEL DO SOLO

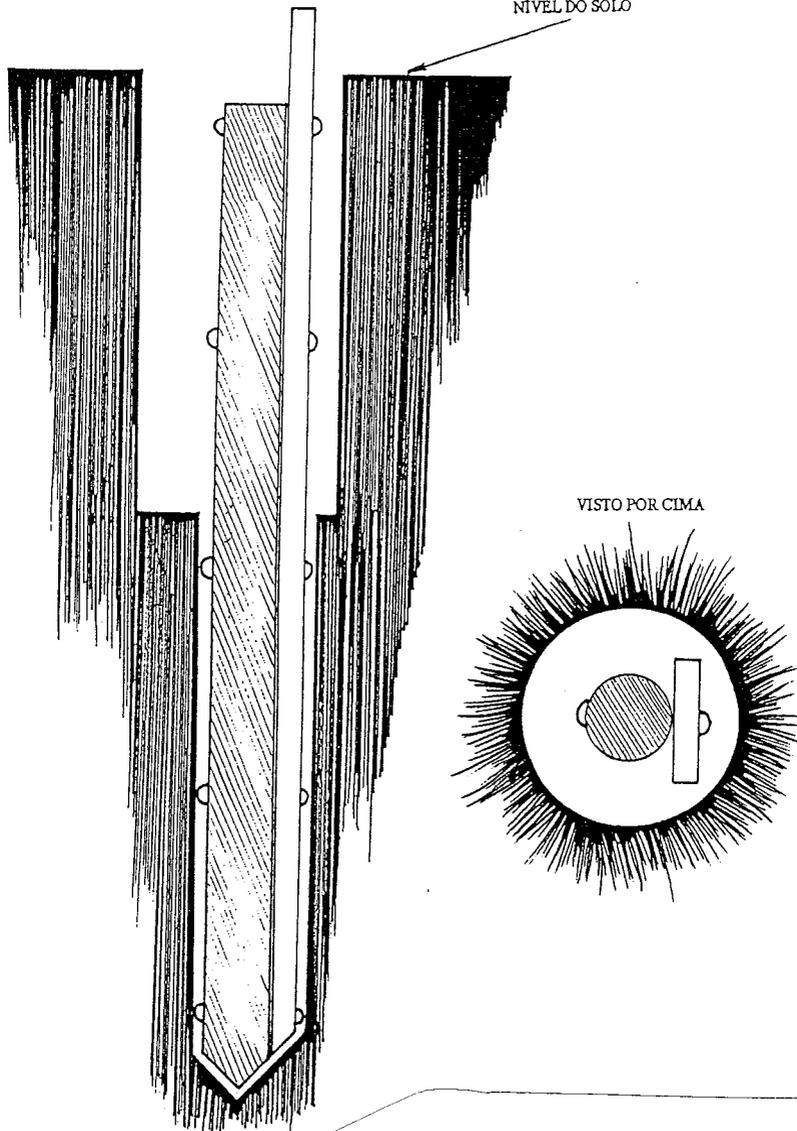


figura 96

repouso e contemplação, nunca devemos esquecer do cafezinho, agora iniciemos a última etapa, que consiste em adicionar-se **Cloreto de Sódio** na perfuração feita inicialmente (**Cloreto de Sódio**, ou seja, mais simplesmente **sal de cozinha**).

A adição do Cloreto de Sódio tem a função de aumentar a condutividade do solo, possibilitando um melhor contato elétrico entre o solo e a "tomada de terra", melhorando o rendimento do conjunto de aterramento.

Deve ser colocada uma quantia suficiente de Cloreto de Sódio para preencher uns 50 centímetros (500 mm.), do furo inicial de 60 centímetros (600 mm.), deve ser um pouco diluído com água para facilitar a operação e oferecer um melhor contato com o solo.

O restante do furo enche-se de terra e se fará o acabamento da superfície ou piso.

Os 10 centímetros (100 mm.), restantes da barra de cobre podem ser dobrados ficando paralelo com o piso.

O condutor do aterramento pode ser unido a "tomada de terra", através de soldagem ou perfuração de união previamente realizado.

Eventualmente dada a dimensão do "shack" não será possível instalar a "tomada de terra" em seu interior, devido as dificuldades de manobrar o conjunto de aterramento.

Mas quem está projetando a construção do seu "shack, deve prever a fase de instalação do aterramento

Esteja o conjunto instalado no interior ou exterior do "shack, suas vantagens são sempre as mesmas.

**A-** Maior facilidade de instalação do que a oferecida pelo tradicional sistema de cano d'água.

**B-** Por ser o cobre muito melhor condutor elétrico que o ferro, oferece melhor funcionalidade.

Aqui está especificada a montagem e a instalação desta versátil e funcional "tomada de terra, cuja teoria também foi esmiuçada.

Deixemos de considerar o aterramento como um elemento secundário da estação de radioamador, ou algo que está por baixo.

Destacando a importância do aterramento, vamos encontra-lo representado nos símbolos das associações radioamadorísticas de todo mundo, só citando como exemplo faço a reprografia do símbolo da **The American Radio League, U. S. A.**, que é a maior associação de radioamadores do mundo, a maioria dos filiados são radioamadores americanos, além do que, existem muitos radioamadores de outros países do mundo, que são filiados á **A. R. R. L.**, inclusive eu.



## CONSIDERAÇÕES SOBRE ANTENAS TRANSMISSORAS E RECEPTORAS

Comenta-se geralmente no meio radioamadorístico de que uma boa antena de transmissão, é também uma boa antena de recepção.

Entretanto é conveniente ao colega leitor apreciar certas considerações, porque as especificações das antenas de recepção e transmissão diferem um pouco, dependendo sim de cada caso.

No caso de antena para transmissão, a primeira e a mais importante consideração é o máximo ganho do sinal a ser transmitido.

Essa é a função da eficácia da linha de transmissão, da eficácia de transmissão e diretividade da antena.

Já para o caso de recepção, a consideração principal pode ser a relação sinal/ruído, o mais alto possível, a maior discriminação possível sobre sinais indesejáveis (ainda que ele suponha uma redução da relação sinal-ruído), segundo cada aplicação em particular.

Num receptor de muito baixo zumbido próprio, para o fator ruído, requerer-se um pequeno sinal para sobre passar o do receptor ( o ruído atmosférico ou outro externo), que é gerado por agitação térmica no circuito sintonizado.

Se uma antena fornece uma entrada suficiente para o receptor, de forma que o ruído presente na saída,

somente uma parte insignificante representa o ruído do próprio receptor, um aumento na entrada não melhora a relação sinal/ruído.

Substituindo a antena por uma de maior ganho de diretividade, obtém-se condições de melhora na relação sinal/ruído, sem que a entrada do receptor seja maior

Esta melhora consegue-se com uma antena direcional que normalmente recepta mais intensidade de sinal com relação ao ruído atmosférico.

Se são as perdas resistivas da linha de alimentação que reduzem a amplitude do sinal, apenas a correção nesta linha, possibilitara uma melhora do sinal, mesmo que com a antena anterior.

Em vista do exposto acima quando for usar uma antena apenas para recepção pode-se construir antenas mais baratas do que as de transmissão.

Como exemplo concreto comento o seguinte :

Para os 30 Khz, um arame na horizontal com uns 20 metros de comprimento nos oferece uma recepção tão boa como uma grande antena não direcional de transmissão, que evidentemente custa bem mais .

Temos também a de 20 metros separados como os utilizados no sistema "ADCOOCK" para recepção, esta antena proporciona um rendimento melhor do que uma antena de transmissão grande e não direcional suspensa em torres de até 150 metros de altura.

Para trabalhar entre pontos fixos nos 1.000 Mhz, uma antena receptora de alta eficácia se parece muito a uma de transmissão desenhada para a mesma aplicação.

Qualquer economia na sua construção dará como resultado uma piora na relação sinal/ruído e por consequência uma diminuição no alcance.

Ordinariamente, o isolamento é menos rigoroso

para as antenas de recepção, porque as únicas considerações para esse caso são as perdas dielétricas.

Por outra parte em localidades geográficas sujeitas a descargas atmosféricas é aconselhável o emprego de fios emcapados.

Em muitos sistemas de comunicação bilateral emprega-se a mesma antena para transmissão e para a recepção através de um relê de comutação.

Entretanto, existem limitações práticas para o sistema com relação a potência do transmissor além de vários outros valores.

Nas aplicações radiotelefonicas "fala/escuta", o emprego de uma antena comum com o correspondente relê, que é muito prático para potências de transmissão de até 1 KW.

Para potências mais elevadas não se dispõe de relês adequados.

O número e a magnitude das dificuldades encontradas nas instalações de antenas variam muito principalmente quando existe mais de uma estação no local.

Em zonas suburbanas, em terreno plano, sem altas edificações próximas, estando retiradas da rua e com horizonte desobstruindo, não pode existir problemas na instalação de antenas.

No caso de instalar um simples dipolo de meia onda tipo Hertz, estando a 5 ou 6 metros acima do telhado da casa, o comportamento será excelente se a impedância da linha de transmissão for compatível com a entrada do equipamento.

Os típicos entraves metropolitanos quase sempre apresentam dificuldades que requerem cuidados e paciência além de um certo conhecimento da questão,

particularmente quando existem numerosas edificações ao redor capazes de produzir fortes reflexões.

Um procedimento habitual consiste em experimentações a fim de provar a melhor posição da antena.

Como já foi previamente explicado em capítulos anteriores : todas as antenas irradiam melhor em uma das direções do que em outras.

Esta característica é chamada de diretividade.

Quando mais direcional é uma antena tanto mais concentra a irradiação em uma direção.

Quanto mais concentrada esta a irradiação mais grande será a intensidade de campo produzida nesta direção para a mesma potência irradiada.

Por tanto o emprego de uma antena direcional produz igual resultado na direção favorecida, ao incremento de potência do transmissor.

O incremento de potência irradiada em uma certa direção com relação a uma antena isolada no espaço como resultado de sua direcionalidade inerente, denominamos de ganho de potência por diretividade no espaço livre ou somente de ganho de diretividade espacial da antena ( com referencia a uma antena isotrópica hipotética que supõe irradiar igualmente para todas as direções).

Como a antena isotrópica hipotética é fictícia é considerada a antena puramente ideal sem contudo ser de realização física.

## **ANTENA ARTIFICIAL OU ANTENA FANTASMA**

Assim se chamam as antenas não irradiantes de energia e que são utilizadas para comprovar o funcionamento dos transmissores, além de facilitar a operação de medir sua potência, para determinar quais os elementos de acoplamento ou ajustes para o mesmo que são requeridos para realizar o acoplamento a um certo tipo de antena ou ainda para sintonizar um transmissor sem irradiar ao espaço nenhum sinal, pois este naturalmente produz interferências na freqüências.

Para os receptores empregam-se uma antena artificial, juntamente com um gerador de sinais, para simular uma antena real e que tem determinadas características.

A antena artificial é conectada entre o gerador de sinais e a entrada do receptor.

A Norma Americana **R. M. A.**, especifica as características de determinadas antenas artificiais para emprego nas provas dos receptores, com o fim de ter um critério fixo para definir o ganho e a sensibilidade.

Estas antenas artificiais são utilizadas nas medidas dos receptores de radiodifusão, nos quais geralmente são empregadas antenas unifilares de comprimento indeterminado.

A antena artificial representa a resistência e reatância de uma antena deste tipo e esta construída com uma combinação de **L**, **C** e **R**.

Os receptores de comunicação já são fabricados com uma impedância de entrada que é substancialmente resistiva e se a impedância de entrada de um receptor de comunicações é compatível com a impedância do interior do gerador de sinais, não se deve intercalar nenhuma antena artificial, entre o gerador e o receptor, já que o próprio gerador de sinais atuará como uma antena artificial.

Quando a impedância do gerador de sinais for menor do que a especificada para a entrada do receptor e na antena artificial apenas consta uma resistência não indutiva em serie com a saída do gerador de sinais; assim temos que determinar o valor da dita resistência de forma que a soma desta resistência em serie total estando já incluída a impedância do interior do gerador para ai sim resulte no valor desejado.

Na gama de freqüências muito elevadas e acima destas, tanto a entrada do receptor como a saída dos geradores de sinais, se estabelecem geralmente em 50 Ohms., de impedância, com o qual simplifica-se o problema das medidas.

O tipo de antena artificial apropriada depende, para um determinado transmissor, se for só para fazer a carga deste transmissor e para facilitar a sua sintonia sem produzir irradiação para o espaço; ou se for para faze-lo trabalhar sobre uma impedância exatamente igual a que se mostra em um certo tipo de antena, ou se só for para fazer uma carga para medir com exatidão a potência de saída do transmissor sem desejar simular as características de uma antena em particular.

Designa-se com o nome de antena artificial a que foi construída para simular a carga do transmissor e que foi especialmente desenhada para absorver a potência

deste emissor, levando-se ainda em conta as características exatas desta carga.

Denomina-se com o nome de antena fantasma, a antena artificial sem determinar as suas características, sendo sua finalidade simplesmente extrair ou absorver a potência de um transmissor.

Portanto as duas expressões tem sido empregadas e seguem sendo empregadas muitas vezes sinônimas.

O termo "carga artificial", se emprega para indicar a carga, não irradiante de um transmissor.

As lâmpadas incandescentes comuns são muitas vezes utilizadas como antena artificial pelos radioamadores.

Porém são apenas adequadas para certos fins, portanto o seu emprego apresenta certas limitações como por exemplo as indicadas a seguir :

- 1<sup>a</sup> São frágeis;
- 2<sup>a</sup> Para as frequências mais elevadas apresentam efeitos reativos.
- 3<sup>a</sup> Sua resistência varia bastante segundo a potência dissipada na lâmpada.
- 4<sup>o</sup> Para uma determinada potência o brilho da lâmpada varia consideravelmente com a frequência, devido ao efeito pelicular.
- 5<sup>a</sup> Não são adequadas para serem refrigeradas a água.

Estes inconvenientes fazem com que as lâmpadas incandescentes não sejam os elementos mais adequados para medir com precisão a potência de saída de um transmissor.

De maneira que, como o custo da lampada incandescentes é baixíssimo e a montagem é

relativamente simples, pode-se construir uma resistência de carga não irradiante que permitirá, que com potências relativamente baixas e moderadas, fazer a carga de um transmissor para uma saída normal.

Não se pode obter com estas lâmpadas incandescentes postas em serie ou em paralelo a resistência conveniente, pode-se utilizar outro tipo capaz de dissipar a potência de um transmissor, acoplado-se a este através de um dispositivo especial e adequado.

Com relação as características das lâmpadas incandescentes estas não são aceitáveis para realizar uma medida.

Para se obter medidas exatas usa-se resistência não indutivas para construir uma antena artificial confiavel.

Quando as potências de transmissão são elevadas as ditas resistências devem ser refrigeradas a água ou óleo.

# TERMINOLOGIA DOS SISTEMAS DIRECIONAIS

As características de diretividade realizadas com certas relações ou configurações tem designações descritivas com as quais o colega deve familiarizar-se.

A denominação lateral aplicada a diretividade ou a um sistema, refere-se a uma disposição em que as correntes dos elementos irradiantes estão consideravelmente defasados, porém estão colocados no espaço de forma que a irradiação dos diferentes elementos percorrem distintas distancias para alcançar um ponto distante na direção desejada, compensando assim a diferença de fase dos elementos e que chegam em fase num ponto distante.

No sentido estrito, a direcionalidade lateral sempre será :

1 - Numa direção ligados ao plano que contém os elementos irradiantes .

2 - O comprimento da direção aproximada de um simples irradiador harmônico.

Esta direcionalidade lateral esta graficamente ilustrado na figura 98, na página adiante.

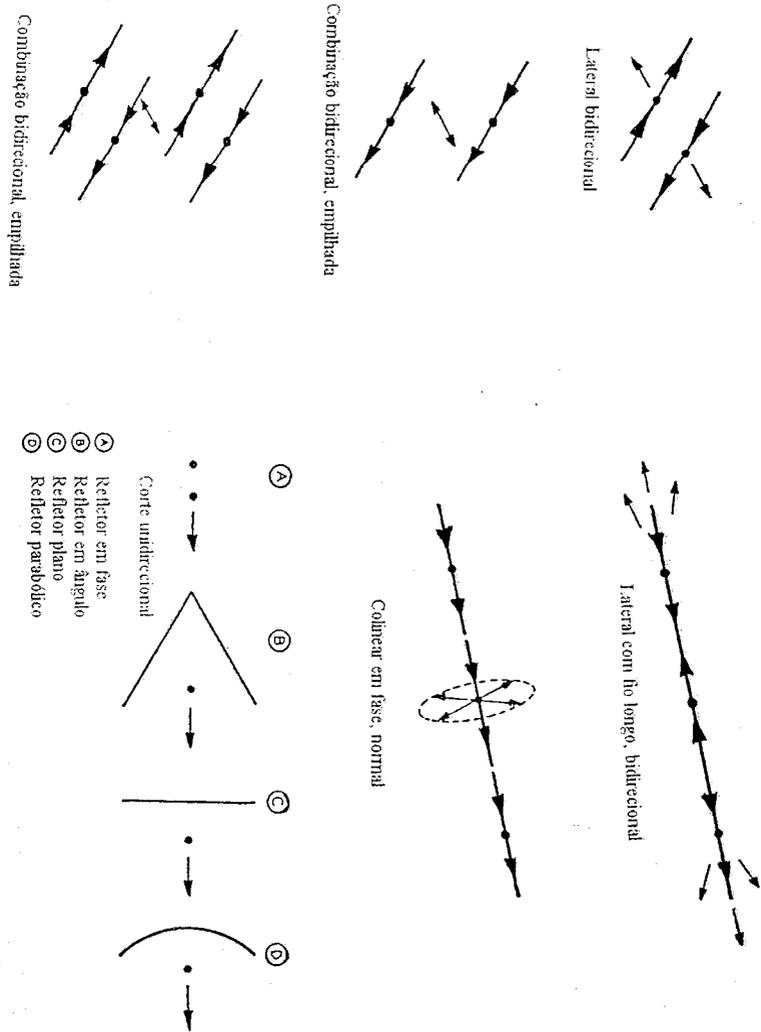


figura 98

Na figura 98, vemos a ilustração de várias terminologias empregadas a miúdo em relação com os conjuntos direcionais de antenas.

**nota importante :**

Para simplificar a representação na figura 98, foram suprimidas as seções da linha de transmissão para alimentar em fase os distintos elementos.

As flechas longas indicam a direção da máxima irradiação e as flechas pequenas nos irradiadores indicam a direção instantânea da corrente e por tanto a fase relativa dos elementos.

Quando a direcionalidade é pronunciada em duas direções opostas, dizemos que é um sistema bidirecional, quando a irradiação em uma destas duas direções é suprimida passa a ser um sistema unidirecional.

Diretividade larga é aquela que se obtém quando as correntes de um certo número de elementos irradiantes coplanares estão em fase e colocados em forma que são equidistantes de um ponto em que foi arremessado na direção desejada de máxima irradiação.

Esta diretividade verifica-se sempre em direção normal ao plano que contém os elementos irradiantes.

Esta diretividade esta ilustrada graficamente na figura 98, da página anterior.

No caso de um sistema colinear largo, os irradiadores em fase estão em linha e existe um número infinito de planos que contém os elementos irradiantes.

Portanto a irradiação é máxima e uniforme em todas as direções normais na linha dos irradiadores.

Um fio longo funcionando armonicamente pode ser descrito também como colinear, posto que os elementos

irradiantes estão em linha reta.

Entretanto o emprego do termo colinear implica elementos exclusivamente em fase.

Alguns sistemas utilizam a diretividade lateral e a larga para melhorar o conjunto direcional, estes chamaremos de sistemas combinados.

Quando os elementos de um sistema largo, um lateral e o outro combinado estão sobrepostos um sobre o outro, ao invés de estar ao lado, dizemos que estão empilhados e o sistema de irradiadores são chamados de pilha

Quando um sistema esta desenhado para concentrar a irradiação em uma direção e reduzi-la ao mínimo no oposto dizemos de unidirecional.

Os tipos básicos são representados na figura 98.

O refletor em fase é parecido com o irradiador-condutor, este é excitado parasitalmente (como resultado da impedância mutua), ou alimentado diretamente de maneira que produza a diferença de fase para o diagrama unidirecional.

As várias maneiras existentes de refletores atuam de forma parecida a um solo artificial.

Com os receptores parabólicos côncavos consegue-se um efeito de raio de maior diretividade.

Em um sistema complexo com múltiplos elementos irradiantes existem vários métodos para excitar cada elemento com corrente que possua fase e tenha magnitude desejada.

Quando um elemento não esta conectado a linha principal de transmissão seja mediante outro elemento ou uma secção de linha, alimenta-se unicamente por sua impedância mutua.

Quando um elemento acoplado é alimentado de tal

forma dizemos que esta excitado parasitalmente e este elemento é chamado de parasita.

Quando um elemento esta conectado de alguma maneira física a linha principal de transmissão é :

- 1 - Diretamente;
  - 2 - Através de uma secção da linha;
  - 3 - Mediante outro elemento ;
  - 4 - Por uma combinação de linha e irradiador
- designa-se como elemento condutor, mesmo que tenha um acoplamento mutuo considerável com outros elementos que estejam mais intimamente ou mais diretamente conectados a linha principal de transmissão.

## (dB) O DECIBEL

Na maior parte das rádio comunicações o sinal recebido se converte em som.

Se é esse o caso, resulta sempre útil avaliar a intensidade dos sinais recebidos, em função da intensidade do sinal acusado pelo nosso ouvido.

Uma peculiaridade do nosso ouvido é que, um aumento ou uma diminuição da intensidade do sinal e que corresponde a relação da potências em jogo, o que é praticamente independente do valor absoluto de potência.

Por exemplo, quando um radioamador é solicitado na freqüência por um colega para reportar seus sinais, este radioamador normalmente estimará que o sinal tem o **“dobro da intensidade”**, quando se aumenta a potência do transmissor de **10 para 40 Watts**. este mesmo radioamador ainda estimará, de que um sinal de **400 Watts**. tem o **“dobro da intensidade”**, de que um sinal de **100 Watts**.

O ouvido humano possui uma resposta logarítmica.

Este fato constitui a base para o uso de uma unidade de potência relativa, denominada de **DECIBEL**.

Uma variação de um decibel (**abreviatura (dB)**), em um nível de potência resulta apenas perceptível em uma intensidade de sinal em condições ideais.

Para que se veja a importância que tem os decibéis (**dB**), quando falamos em ganhos das antenas vou explicar e fazer algumas comparações :

A décima de Bel ou decibel, é a maneira de expressar-se quando se fala de potência inicial e a final, é como dizer que ao aplicamos uma potência em uma antena para ser comparada a potência que sai de uma segunda antena, o calculo é feito mediante a fórmula  $dB=10 \times \log P1/P2$ , o logaritmo calcula-se em base de 10, quando P1 e P2 são as potências.

Vamos tomar por base uma antena dipolo com uma potência de **100 Watts**. (antena de comparação).

Temos uma segunda antena que nos dá uma potência de **400 Watts.**, então colocamos no papel a potência inicial de comparação em P2 e a potência final em P1, feito os cálculos nos dá um resultado de 6, isto é **6 dB**. de ganho, podemos afirmar de que a segunda antena terá **6 dB dipolo**, ou melhor dizendo terá **6 dBd** sobre a primeira.

Uma antena que tem um ganho de **6 dBd** sobre um dipolo significa de que se aplicarmos **100 Watts**. nesta antena, estaremos irradiando a mesma energia como se tivesse aplicando **400 Watts.**, na antena dipolo de comparação.

Também temos que levar em conta de que este ganho não é representado apenas na transmissão, pois na recepção obtemos um ganho igual. (não confundir os ganhos **dBd**, com ganhos **dBi**, que são em base de **decibéis sobre irradiadores isotrópicos perfeitos** e são calculadas sobre uma antena imaginaria perfeita).

A relação de potências e decibéis é expressa pela seguinte formula :

$$dB = 10 \text{ Log } \frac{P2}{P1}$$

São usados logaritmos comuns ( base 10 ), se observará que o decibel esta baseado em relações de potência.

Podemos utilizar relações de tensão ou de corrente, porém somente quando prevalece a mesma impedância para ambos os valores, tanto de tensão como de corrente.

No ganho de um amplificador não podemos expressar corretamente em dB, se esta baseado na relação entre tensões de saída e entrada, a menos que medirmos ambas as tensões através da mesma impedância

Quando a impedância é idêntica em ambos os pontos de medida, poderemos usar a seguinte fórmula para relação de tensão e corrente :

$$\text{dB} = 20 \text{ Log } \frac{V_2}{V_1}$$

ou

$$\text{dB} = 20 \text{ Log } \frac{I_2}{I_1}$$

As formulas aparecem graficamente representadas na figura n° 99, que ilustra este capitulo, para relações de 1 a 10.

Os ganhos (aumentos), expressados em dB poderão somar-se aritmeticamente; As perdas (diminuições), poderão ser subtraídas.

Uma diminuição de potência se indica com o sinal de menos, precedendo ao sinal de decibel.

Deste modo, + 6 dB, significa que a potência foi multiplicada por 4.

Sendo que, - 6 dB, significa de que a potência foi dividida por 4.

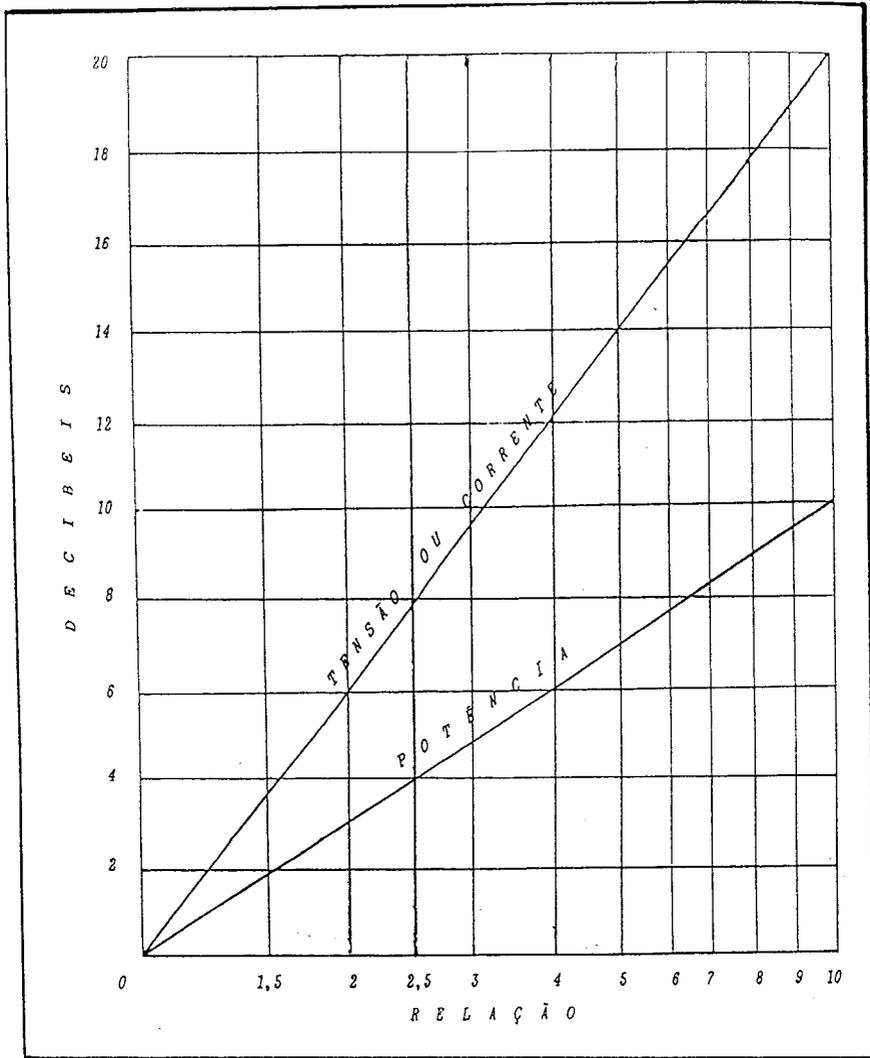


figura 99  
gráfico de relações

É possível a utilização do gráfico aqui ilustrado, para outras relações somando ou (subtraindo no caso de perdas), 10 dB de cada vez que a escala de relações se multiplique por 10, isto para relações de potência; Somando ou (subtraindo em caso de perdas), 20 dB cada vez que se multiplique a escala por 10, isto para as relações de tensão e de corrente.

O ganho expressado em dB é o mesmo, ou seja em tensão ou potência.

As expressões para que isto seja assim são :  $dB=10\log P1/P2$  -  $dB=20\log V1/V2$ , posto que a potência é proporcional ao quadrado da tensão.

Adiante lhes coloco umas tantas potências em relação aos decibéis em forma de tabela.

DECIBEIS	GANHO NA TENSÃO	GANHO DA POTÊNCIA
- 50	0,00316	0,00001
- 45	0,01	0,0001
- 40	0,0177	0,00033
- 30	0,0316	0,001
- 25	0,0562	0,00316
- 20	0,1	0,01
- 19	0,112	0,126
- 18	0,126	0,158
- 17	0,141	0,199
- 16	0,158	0,0251
- 15	0,177	0,0316
- 14	0,199	0,0398
- 13	0,232	0,050
- 12	0,251	0,063
- 11	0,281	0,079
- 10	0,316	0,100
- 9	0,354	0,126
- 8	0,398	0,158
- 7	0,446	0,199
- 6	0,501	0,251
- 5	0,562	0,316
- 4	0,630	0,398
- 3	0,708	0,501
- 2	0,794	0,531
- 1	0,891	0,794
0	1	1

TABELA DE ATENUAÇÕES

DECIBEIS	GANHO DA TENSÃO	GANHO DA POTÊNCIA
0	1	1
+ 1	1,122	1,258
+ 2	1,259	1,585
+ 3	1,412	1,995
+ 4	1,585	2,512
+ 5	1,778	3,162
+ 6	1,995	3,981
+ 7	2,238	5,012
+ 8	2,512	6,309
+ 9	2,818	7,943
+ 10	3,162	10
+ 11	3,548	12.50
+ 12	3,981	15.85
+ 13	4,466	19.95
+ 14	5,012	25.12
+ 15	5,623	31.62
+ 16	6,309	39.81
+ 17	7,079	50.12
+ 18	7,943	63.09
+ 19	8,912	79.43
+ 20	10	100
+ 25	17.78	315
+ 30	31.62	1.000
+ 35	56.23	3.162
+ 40	100	10.000
+ 45	178	31.623
+ 50	312	100.000
+ 55	562	316.222

TABELA DE GANHOS

## SERIAM PERIGOSAS AS RADIAÇÕES DE R. F. (RADIOFREQUÊNCIA) ?

Afirmo categoricamente que **sim**, além de perigosas também são nocivas a saúde do ser humano.

O corpo humano é muito mais sensível nas frequências de radiações de R.F. (radiofrequência), que se situa mais entre os 30 até os 300 Mhz., de maneira que dentro deste espectro de frequências temos que evitar ao máximo a exposição a densidades de potências superiores a **1mWcm**-seguidamente.

Com relação as frequências abaixo dos 30 Mhz, esta advertência também é válida, principalmente quando passa-se a operar com amplificadores lineares.

### 10 CONSELHOS ÚTEIS PARA EVITAR A EXPOSIÇÃO DA RADIAÇÃO DA RADIOFREQUÊNCIA.

**1º** Instale um bom sistema de aterramento para a sua estação de rádio.

**muíto importante** : (se puderes), comprove efetivamente se o cabo coaxial entre o equipamento de rádio e a antena não esteja irradiando R.F..

**2º** Evite que haja pessoas próximas as antenas, especialmente quando estiver transmitindo com altas potências.

**3º** Não utilize amplificadores de potência, especialmente em VHF/UHF , quando o aparelho estiver com a caixa metálica aberta.

**4º** Nunca e jamais olhe dentro de um guia ondas em UHF/SHF se estiver aberto e transmitindo.

**5º** Nunca aponte um sistema de alta diretividade, como parabólicas ou configurações de várias antenas contra pessoas.

**6º** Se tiveres equipamento de rádio instalado em seu automóvel, procure não transmitir quando tiver pessoas próximas a antena.

**7º** Se você se utiliza de um "valkye" (telefone móvel, sem fio ou celular), procure distanciar ao máximo a antena de sua cabeça, mesmo que só esteja transmitindo com um par de Watts.

**8º** Procure manter sempre suas antenas em locais de fácil acesso, porém longe do alcance das mãos e também que não seja em local de transito das pessoas.

**9º** Nunca e jamais toque uma antena, especialmente nos extremos quando estiver em transmissão.

As queimaduras de radiofrequência são muito dolorosas, são lentas e de difícil cura.

**10º** Os cuidados tomados com a radiação de radiofrequência ao se utilizar um amplificador linear devem ser redobrados.

Espero que com estes singelos esclarecimentos podemos ter uma idéia clara e levar em conta os cuidados que devemos ter ao manipularmos a radiofrequência.

## **DADOS PESSOAIS:**

**Nome :** Mário Keiteris.  
**Indicativo :** P Y 2 M X K  
**Radioamador :** Classe "A"  
**Profissão :** Relações Públicas ao Comercio Exterior,  
(aposentado).

**Escritor :** Escritos 10 livros de cunho  
radioamadoristico.

**Colunista :** Com artigos publicados em Jornais e Revistas  
na área radioamadoristica em S. Paulo

**Incumbências :** Diretor de Relações Públicas na Labre S.P.,  
por 4 anos.  
Diretor de Cursos na Labre S. P., por 3 anos.  
Diretor de Cursos na L. P. R., Liga Paulista  
de Radioamadores por 1 ano.  
Membro fundador do Gremio de Radioamadores  
da COSIPA - Cubatão - S.P. em 12.junho.1.992.  
Suport Member da Lietuvos Radijo Mégéjo Draugia  
(Lithuanian Amateur Radio Society), desde 1.994.

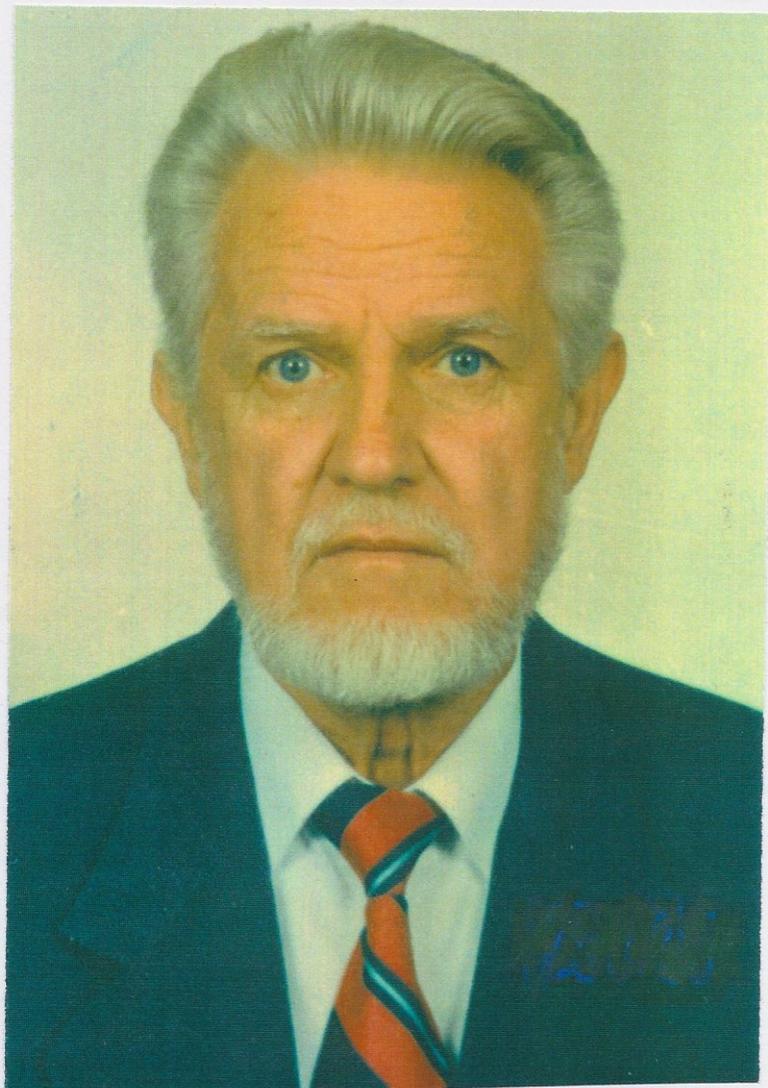


figura 100

O autor M. Keiteris - P Y 2 M X K

# INDICE

SABIAS QUE AS ANTENAS SÃO CENTENÁRIAS	17
AS ANTENAS - Teoria Básica das Antenas -	23
001 - O que vem a ser uma antena	23
002 - Tipos e possibilidades das antenas	25
003- Antenas omnidirecionais - antenas direcionais	26
004 - Natureza da onda - a onda eletromagnética	58
005 - Propriedades gerais das antenas definições e conceitos	59
006 - Resistencia de irradiação	59
007 - Ângulo de irradiação	60
007 - Antena imagem	60
008 - Impedância da antena	60
009 - Polarização da antena	61
010 - Ganho antena	61
011 - Decibel	61
012 - Eficiência da antena	61
013 - Largura de banda da antena	62
013 - Relação frente/costa (front to back)	62
014 - Q da antena	62
015 - Diretividade da antena	62
016 - Comprimento de onda	
- Longitude física - longitude elétrica	62
017 - Lei de Homs	64
018 - Cálculo simplificado de uma antena resonante	66
019 - Diagramas de irradiação da antena, dipolo de meia onda	70

020 - Diagrama	
Plano de irradiação (E) e (H)	
Campos elétricos e magnéticos	71
021 - Representações gráficas	
Sistemas de coordenadas	72
022 - Sistemas de coordenadas Cartesianas	73
023 - Sistema de coordenadas polares	75
024 - Antenas de uso generalizado em HF	75
025 - Antena imagem	77
026 - Linhas de transmissão	78
027 - Relação de ondas estacionárias	78
028 - Impedância da linha de transmissão	79
029 - Linhas de transmissão balanceadas	79
030 - Linhas de transmissão desbalanceadas (coaxial)	80
031 - Baluns (balanced to Unbalanced)	80
032 - Tabela aproximada das atenuações	
Por comprimento do cabo	
Por perdas por ROE	82
VAMOS CÁLCULAR E CONSTRUIR UMA	
ANTENA DIPOLO HERTZ	85
001 - Comprimento de onda	90
002 - Polarização	91
CALCULANDO UMA ANTENA DIPOLO HERTZ	95
CONSTRUINDO UMA ANTENA DIPOLO HERTZ	95
CUIDADOS PARA A INSTALAÇÃO DA ANTENA	104
TIPOS DE LINHAS DE ALIMENTAÇÃO	106
AJUSTE DE ANTENAS COM A AJUDA DAS	
MEDIDAS DE INTENSIDADE DE CAMPO	113
CONSIDERAÇÕES GERAIS PARA A INSTALAÇÃO	
DE TORRES DE ANTENAS	115
001 - Colocação da torre	118
002 - Colocação de isoladores nos tirantes do estal	121
003 - Instalação de antenas	122
004 - Antenas "V" invertidas	123

OUTRAS ANTENAS	125
TABELA DE SISTEMAS IRRADIANTES PARA A FAIXA DO CIDADÃO	130
CONJUNTOS DE DIVERSAS ANTENAS PARA A FAIXA DO CIDADÃO	131
CONJUNTOS DE DIVERSAS ANTENAS PARA A FAIXA DO CIDADÃO	132
UMA ANTENA DIRECIONAL PARA "HT" V.H.F. 144 MHz	133
001 - Montagem	137
002 - Material da antena	139
003 - Material para o suporte giratório da antena e "HT"	140
SISTEMAS IRRADIANTES	141
001 - Antena dipolo de meia onda para 3,5 MHz (80 metros)	145
002 - Antena dipolo de meia onda para 7 MHz (40 metros)	147
003 - Antena vertical super Ringo para 27 MHz	149
004 - Antena Yagi 3 elementos para 28 MHz	151
005 - Antena vertical super Ringo para 28 MHz	153
006 - Yagi para a banda de 144 MHz a 148 MHz	155
007 - Antena J para 144 MHz a 148 MHz	157
008 - Antena vertical para 144 MHz a 148 MHz	158/159
009 - Antena "Quebra Galho" para 144 MHz	161
010 - Antena tipo LOOP 144 MHz para caçar raposa	163
011 - Distribuição de radiais em locais muito pequenos	165
012 - Representação instantanea do campo eletromagnetico que circunda uma linha	166/167
013 - Croquis para instalação de torre e antena em tetos de prédios	168/169
ASPECTOS JURÍDICOS SOBRE AS ANTENAS DOS RADIOAMADORES	171
RADIOAMADOR VERSUS CONDOMÍNIO	181
DIREITO À ANTENA	187

JUSTIÇA FEDERAL DECLARA	191
Radioamador não pratica crime como radioescuta da Polícia ou Aviação	191
JUIZ CONCEDE DIREITO À ANTENA	197
BALUNS NAS ANTENAS DIPOLO DE MEIA ONDA	201
001 - Instruções para montagem do balun	202
002 - Introdução	204
003 - Antena dipolo de meia onda	204
004 - Cabo coaxial	205
006 - Corte transversal de um cabo coaxial	206
007 - Conexão da antena dipolo com a linha de alimentação	206
008 - O cabo coaxial em corte longitudinal	207
009 - Justificando o balun	207
010 - Diagrama elétrico de um balun	208
011 - Inconvenientes da omissão do balun	208
012 - Conclusões	210
ONDAS ESTACIONÁRIAS	213
O ONDÂMETRO	219
O ATERRAMENTO	223
CONSTRUIDO O ATERRAMENTO DO NOSSO SHACK	229
CONSIDERAÇÕES SOBRE ANTENAS TRANSMISSORAS E RECEPTORAS	237
ANTENA ARTIFICIAL OU ANTENA FANTASMA	241
TERMINOLOGIA DOS SISTEMAS DIRECIONAIS	245
(dB) O DECIBEL	251
001 - Gráfico de relações	254
002 - Tabela de atenuações	256
003 - Tabela de ganhos	257
SERIAM PERIGOSAS AS RADIAÇÕES DE R. F. (Radiofrequência)	259
DADOS PESSOAIS	263

# ÍNDICE DO SOFTWARE

Alguns programas são para o sistema operacional DOS e outros para o WINDOWS.

- 1º 80 / 40m. zip
- 2º analize. zip
- 3º antena. zip
- 4º coaxial. zip
- 5º encurtad. zip
- 6º Jpole. zip
- 7º Jpole1. zip
- 8º mastro. zip
- 9º vertical. exe
- 10º wndipole. zip
- 11º yagi. zip
- 12º yagi2m. zip
- 13º yagi50. zip

O disquete que acompanha este livro é um brinde gratuito oferecido pelo Mário PY2 M X K, composto por programas de computador especificado pelos Autores como de uso livre (freeware-Shereware).

**Projeto;  
Criação;  
Foto da capa;  
Desenhos; e,  
Arte da capa** \_\_\_\_\_  
**M. Keiteris**

**Este livro foi composto  
diagramado, paginado e  
impresso eletronicamente  
em janeiro de 2.000, por  
Mário Keiteris**

**Este livro foi composto e impresso com a  
colaboração cultural do Laboratório  
de Manutenção de Transmissores e  
Radiofrequência do Léo PY2 M O K**

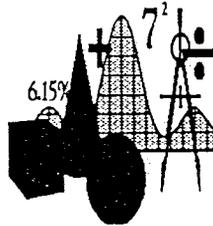


## Laboratório para reparos técnicos

O laboratório é composto pelos seguintes equipamentos:

“ A SUA DISPOSIÇÃO “  
para cuidar do seu equipamento

- osciloscópios duplo traço 20 Mhz
- gerador de RF até 150 Mhz
- frequencímetro até 1,6 Ghz
- Watímetro para 1 Quilowatt - HF
- Watímetro para VHF até 150 Mhz
- Grid dip meter até 220 Mhz
- Fonte de tensão ajustável 0 - 25 volts
- Fonte de 13 volts - 25 ampéres
- Testadores de válvulas
- Gerador de áudio frequência
- Capacímetro digital
- Multímetro digital
- Cargas não irradiantes
- Medidor de intensidade de campo
- Amperímetro de RF
- Transistor teste



TELEFONE : (011) 6944.03.45



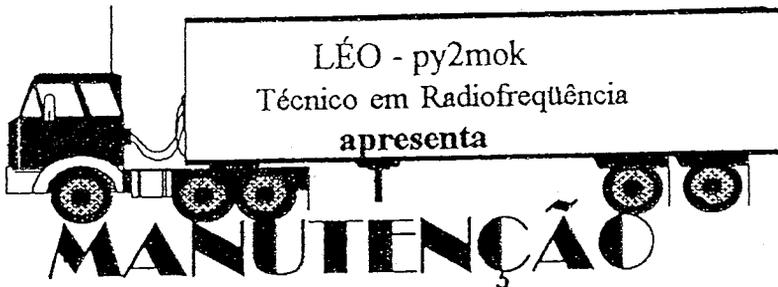
ATENDO  
AO INTERIOR E  
A OUTROS ESTADOS  
(via transporte rodoviário)

TELEFONE - ME  
ao dia ou a noite

fone(ou) 6944.03.45  
São Paulo - Capital

Sou o LÉO - PY2 MOK:  
técnico com experiência  
de 18 anos.

consertos  
com garantia



consertos com garantia

## ESPECIALIZADA EM :

### YAESU

FT840 - FT757GX  
FT101E - FT101ZD  
FT7B - FT707  
FT901DM  
FT200/401  
FL2100

### DELTA

500 - 550  
550 II Digital  
510 acoplador

### Kenwood

TS130s - TS430s  
TS440s - TS850s  
TS510 - TS520  
TL922 Linear

### Drake

TR4  
R4C / TX4C  
L4 Linear

### Collins

KWM2  
75s3 - 32S3  
30L1 Linear  
30S1 Linear

### LINEAR DE RF

FL2100 Yaesu  
TL922 Kenwood  
L4 Drake  
SB220 Heathkit  
30L1 Collins  
30S1 Collins  
Mac - Gruner - outras

RECEBO DE OUTROS ESTADOS, VIA TRANSPORTE RODOVIÁRIO

FONE : (011) 69440345 AO DIA OU A NOITE

rua Venâncio Lisboa, 259 - S.Paulo - Capital

INTERNET= <http://surf.to/py2mok>

