

## ANTENA LOG-PERÍODICA ATIVA PARA RECEPÇÃO DE SINAL DE TV ANALÓGICA E DIGITAL (HDTV).

**Robert Eufrazio Ramos<sup>1</sup>, Fernando Luís Guarnieri<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>UNIVAP – FEAU, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, CEP 12244-000, São José dos Campos – SP,  
<sup>1</sup>robert.e.ramos@gmail.com, <sup>2</sup>guarnieri@univap.br

**Resumo** – Este artigo descreve o desenvolvimento de uma antena log-periódica ativa para a recepção de sinal de televisão analógica e digital (HDTV). Serão abordadas as principais características de uma antena, formato, diagrama de radiação, polarização, ganho em decibel (dB) e VSWR e detalhes de desenvolvimento do projeto. Decidimos pela utilização de uma antena log- periódica devido a grande demanda para utilização no novo sistema de recepção de televisão digital (HDTV), por operar em bandas mais largas de frequências e também pelo seu baixo custo de produção, enquanto que no sistema analógico (sistema antigo) as antenas que mais se destacavam eram as antenas do tipo Yagi-Uda.

**Palavras-chave:** Antena, HDTV, radiação, polarização, amplificador.

**Área de conhecimento:** III- ENGENHARIAS.

### Introdução

A antena é um elemento essencial em qualquer sistema de comunicação via ondas eletromagnéticas, funcionando como interface entre os elementos do sistema que guiam a onda e o meio no qual ela se propaga. O seu aparecimento está associado às primeiras tentativas de telecomunicação no final do século XIX.(FERNANDES, 2008).

Por sua natureza, deduz-se que a antena é o último lugar na cadeia de transmissão de sinal e primeiro na cadeia de recepção de sinal. Por isto, com o surgimento da televisão e radiodifusão, a antena se tornou fator importante para estes segmentos. Uma antena que se tornou destaque para os sistemas de recepção de sinal de televisão, foi a antena Yagi-Uda. Ela é considerada até hoje como uma das antenas mais eficientes para recepção de sinal de UHF e VHF no mundo. Esta antena foi criada em 1926 e acabou adotando o nome de seus inventores. No entanto com o surgimento da TV digital (HDTV), isto está mudando, outros modelos de antenas estão sendo criados e utilizados e uma das causas desta mudança é a procura de uma antena de menor custo que possa ser acoplada a um circuito ativo para melhorar sua recepção. Com isto, uma das antenas que começa a se destacar é a do tipo log-periódica. Por isto, este modelo de antena foi adotado neste trabalho, uma vez que esta topologia poderá vir a ser a mais utilizada daqui a alguns anos na recepção de sinal de TV digital (HDTV).

### Definição de antena

Podemos definir que uma antena é uma estrutura de uma região de transição, entre uma

onda gerada e uma onda no espaço livre e vice-versa – como mostrado na Figura 1.

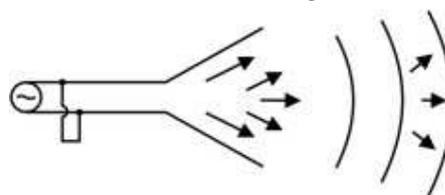


Figura 1 – Antena vista como região de transição (KRAUS,1983)

A antena tem a finalidade de funcionar como interface entre o meio onde a onda está gerada e o espaço livre, concentrar energia em dada direção e promover a polarização do campo adequadamente.

Dentro os parâmetros utilizados para avaliar uma antena, um dos mais importantes é o diagrama que é uma representação gráfica mostrando as propriedades de radiação de uma antena em coordenadas espaciais. O diagrama de radiação mostra a amplitude do campo distante (ou da potência radiada) em função dos ângulos  $\theta$  e  $\phi$ . No caso geral o diagrama de radiação é uma figura tridimensional, mas na maioria das vezes ele é representado como figuras bidimensionais (planos de corte horizontal e vertical).

A diretividade (D) de uma antena é uma medida da focalização do lobo principal. Ela indica a capacidade da antena em direcionar a potência radiada. A partir da diretividade, pode-se obter o ganho (G), através do rendimento ou eficiência de transmissão ( $\eta$ ).

$$G = D \times \eta$$

onde  $\eta$  potência radiada dividida pela potência total aplicada.

Outros parâmetros importantes são a polarização, indica a direção do campo elétrico da onda radiada, impedância de entrada (Z), que é a impedância vista nos terminais da antena e a largura de banda, que é a faixa de frequências dentro do qual a antena opera adequadamente. Quanto maior a largura de banda de uma antena, maior sua capacidade de transmitir ou receber sinais de diferentes frequências.

### Antena log- periódica

São antenas que se destacam sobre alguns modelos de antenas por conseguirem operar em faixas largas de frequência 1:10 ou seja, frequência superior 10 vezes maior que a inferior porém, estas antenas tem ganho considerado de baixo à moderado. Este tipo de antena foi escolhido por, apesar do baixo ganho, ter boa eficiência de recepção, ser de fácil construção mecânica, fator essencial para nosso projeto, pois nossa proposta é projetar e construir uma antena eficiente para recepção de UHF (HDTV), porém, com baixo custo. O projeto consiste em uma antena com ganho de 8 dB que opere na faixa de frequência de 470MHz à 860MHz (frequência de UHF canal 14 à 69). Além disto, esta antena terá uma parte ativa, composta de um amplificador para melhorar a recepção de sinal de UHF.

### Cálculo da antena

Os parâmetros considerados no projeto da Antena Log-Periódica são descritos na tabela 1:

Tabela 1 – Parâmetros da antena projetada.

Ganho = 8dB	Diâmetro da calha = 12mm-seção quadrada
Freq. máx. = 860MHz	Diâmetro do elemento = 5mm
Freq. min. = 470MHz	$\tau = 0,78$
Impedância do cabo coaxial = 75 ohm	$\sigma = 0,135$

### Dimensionamento dos elementos da antena

$$L = \frac{\lambda_{\max}}{4 \cdot \text{tg}(\alpha)}$$

Onde L= comprimento total da antena,  $\lambda$  é o comprimento de onda corrigido pela banda passante da região ativa. Este cálculo resulta num L = 0,890m.

O número de elementos (dipolos) da antena é definido pela equação à seguir:

$$N = \left\lceil 1 + \frac{\ln(Ba)}{\ln\left(\frac{1}{\tau}\right)} \right\rceil$$

Onde as barras duplas indicam que somente será utilizada a parte inteira do resultado. Para a especificação adotada  $N=7,329$ , sendo considerado, então, 7 elementos.

O cálculo do tamanho do 1º elemento foi feito através da equação  $l_1 = \frac{\lambda_{\max}}{2}$ , entretanto  $l_1 = 0,855\text{m}$ .

Para o cálculo dos demais elemento foi utilizada a fórmula  $l_n = l_1 \cdot \tau^{n-1}$ , onde n é o número do elemento a ser calculado, dado o valor em metros (m).

$l_2 = 0,577\text{m}$ ;  $l_3 = 0,52\text{m}$ ;  $l_4 = 0,405\text{m}$ ;  $l_5 = 0,316\text{m}$ ;  $l_6 = 0,246\text{m}$  e  $l_7 = 0,19\text{m}$ .

A separação entre os elementos é dada pela fórmula  $d_n = 2 \cdot \sigma \cdot l_n$ , onde  $d_n$  é a distância do elemento n e o próximo elemento, exemplo  $d_1$  é a distância entre o elemento 1 e 2.

$d_1 = 0,23\text{m}$ ;  $d_2 = 0,15\text{m}$ ;  $d_3 = 0,14\text{m}$ ;  $d_4 = 0,109\text{m}$ ;  $d_5 = 0,085\text{m}$  e  $d_6 = 0,066\text{m}$ .

Para a redução do tempo de montagem e material, foi decido fazer recartilhos nos elementos (como mostrado na Figura 2), sendo assim eliminado o custo dos rebites que normalmente são utilizados para fixação e também reduzindo o tempo de montagem da antena. Fator que ajuda na redução do custo da antena durante sua produção.

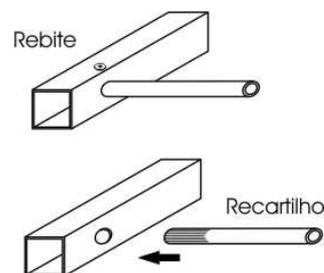


Figura 2 – Troca do rebite pelo recartilho feito direto no elemento (dipolo).

### Projeto do amplificador

Procurando atender a proposta de uma antena ativa com boa eficiência e baixo custo, o circuito de amplificação da antena foi desenvolvido com

componentes em SMD (*Surface Mounted Device*), estes componentes são de tamanho reduzido e são soldados na placa de circuito impresso do mesmo lado da trilha de cobre, lado inverso da soldagem dos componentes convencionais. Utilizando os componentes nesta tecnologia, reduz-se o dimensional da placa de circuito impresso, podendo também utilizar outros componentes que são fabricados nesta mesma tecnologia, componentes como amplificador monolítico, que será utilizado em um dos estágios de amplificação de nosso circuito. Desta forma, com a utilização destes componentes em SMD o amplificador terá um tamanho bastante reduzido, podendo assim ser fixado na própria antena, não interferindo em seu funcionamento, conforme mostrado na Figura 3.

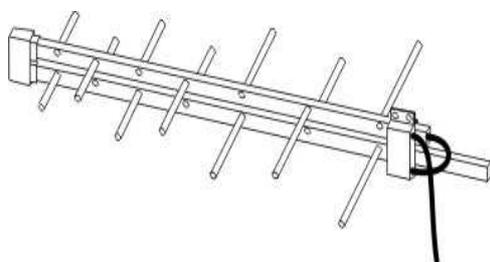


Figura 3 – Fixação do amplificador na própria antena.

O amplificador foi projetado com dois estágios de amplificação (conforme mostrado na Figura 4), o primeiro estágio é um amplificador classe A e o transistor escolhido para o projeto foi o BFG 93 A da Philips, este é um transistor em SMD com larga faixa de operação, que pode operar em frequências de até 6GHz, possuindo baixa figura de ruído (em torno de 0,6 dB), fator importante para uma boa recepção de sinal digital. A escolha de um amplificador classe A, se deu principalmente pela característica de estabilidade que este circuito oferece, apesar dele ter baixo rendimento, na faixa de 25% a 50%. No entanto, a curva de resposta deste tipo de circuito não gera distorção no sinal amplificado. Para o segundo estágio, foi escolhido o amplificador monolítico BGA 6589 da Philips. O amplificador monolítico é um tipo de componente eletrônico em SMD, composto por vários circuitos amplificadores dentro de um só encapsulamento. No caso do BGA 6589 da Philips, o mesmo opera numa faixa de frequência de até 1GHz e tem um ganho de 20 dB de saída, valor que é suficiente para garantir a boa eficiência da antena quanto operando na recepção de sinal de UHF digital (HDTV).

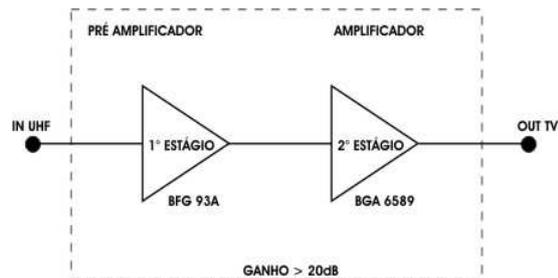


Figura 4 – Diagrama em blocos do amplificador.

### Cálculo do filtro do amplificador

O amplificador foi projetado para operar na faixa de frequência de UHF, entre 470MHz à 860MHz (canais 14 a 69), para garantir uma boa eficiência do amplificador e para eliminarmos a amplificação de sinais indesejáveis. Na entrada do circuito amplificador foi inserido um filtro passa-faixa, que foi projetado para operar entre as frequências de 450MHz à 880MHz. Como podemos observar, houve um aumento de banda de 40MHz, 20MHz no início da faixa e 20MHz no final da faixa de frequência. Isto foi necessário, devido ao corte do filtro não ser tão preciso. Se o filtro fosse calculado para operar na frequência exata de operação do amplificador, poderíamos ter a perda de sinal de alguns canais que se encontram no início ou no final da faixa de frequências de UHF. Para o cálculo do filtro, utilizamos o software Filter Solutions 8.0 (NUHERTZ TECHNOLOGIES, 2008).

O filtro escolhido para utilização foi o filtro passa banda de 3ª ordem tipo Butterworth, que apesar de não ter um corte tão preciso, não gera distorção no sinal aplicado e tem baixa perda de inserção, perda máxima de 3dB. O Circuito elétrico do filtro pode ser visto na Figura 5 e sua resposta de frequência na Figura 6.

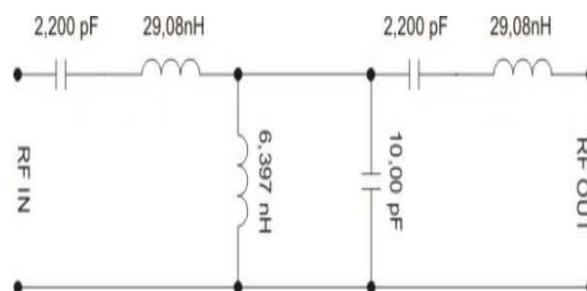


Figura 5 - Circuito elétrico do filtro.

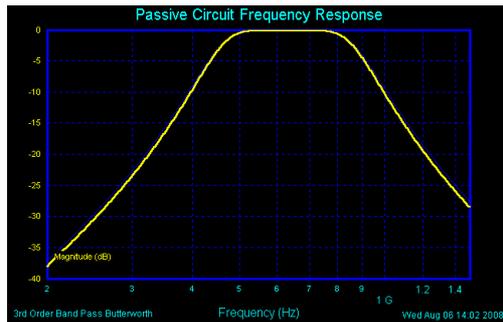


Figura 6 – Resposta em freqüência do filtro.

## Conclusão

O projeto está desenvolvendo uma antena de boa eficiência com um amplificador de ganho elevado e baixo ruído, que será utilizado muito bem em sistemas de recepção de UHF (HDTV). Esta antena poderá ser fabricada e comercializada em grande escala devido a seu custo de produção ser baixo. Esta redução de custo foi o resultado da utilização da nova técnica de montagem dos elementos (troca dos rebites por elementos recartilhados) e pela utilização de componentes em tecnologia SMD, que tornaram possível a montagem da placa em dimensões reduzidas, diminuindo também a caixa onde o circuito será alojado, tornando possível a fixação do amplificador juntamente com a antena, coisa que atualmente não é feita nas antenas de UHF convencionais.

## Referências

- BOYLESTAD; Nashelsky; Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos; 8ª edição; Prentice Hall; São Paulo; 2004.
- ESTEVES, Luis Claudio; Antenas -Teoria básica e aplicações; Mc Graw - Hill do Brasil; São Paulo; 1980 .
- FERNANDES, António Simão de Carvalho; Evolução e inserção histórica da antena .Disponível em:  
[http://www.fei.edu.br/eletrica/vparro/EE625/ANTE\\_NAS.pdf](http://www.fei.edu.br/eletrica/vparro/EE625/ANTE_NAS.pdf) . Acesso em: 25 mar. 2008.
- KRAUS, John D. – Antenas; Editora Guanabara; Rio de Janeiro; 1983.
- LINEAR - Sistemas irradiantes. Disponível em:  
[www.linear.com.br/indexport.html](http://www.linear.com.br/indexport.html) .Acesso em: 21 jan.2007.