

1 Introdução

Cornetas são dispositivos de grande importância na área de antenas desde meados de 1890 quando foram utilizadas como simples radiadores de ondas eletromagnéticas [1,3].

A partir da Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento dos sistemas de radar, das comunicações por satélite e da radioastronomia aumentaram as exigências para fontes primárias que deveriam apresentar polarização cruzada mais reduzida e com capacidade de operação em bandas mais largas [2].

Como resposta para este aumento nas exigências, diversos tipos de cornetas foram considerados. Entre as opções, destacam-se as cornetas que operam com um único modo, conhecido como modo fundamental, por serem mais simples, sendo chamadas de Cornetas Mono-modo. São cornetas com forma piramidal ou cônica conforme pode ser visualizado na Figura 1.1. Estas cornetas radiam através de um único modo na abertura, apresentando um conceito de operação simples, mas possuindo baixa eficiência de polarização cruzada, baixa banda de operação e restrição para a construção de arranjos [4].

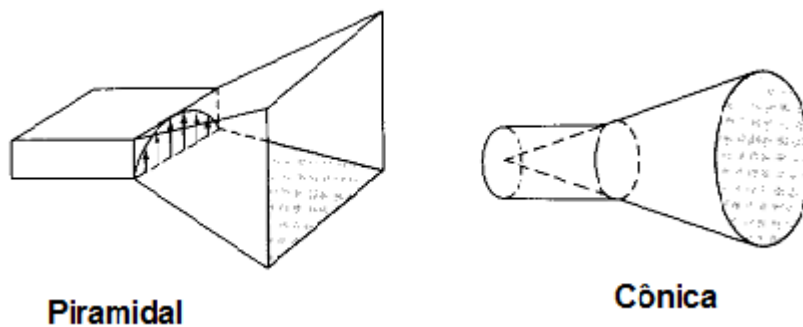


Figura 1.1 - Cornetas mono-modo [4].

Para aumentar a eficiência, foram desenvolvidas cornetas multi-modos, adicionando modos de mais alta ordem ao modo dominante [4]. Cornetas multi-modos possibilitam também a operação em mais de um modo. Exemplos deste tipo de corneta são apresentados na Figura 1.2, onde são visualizados cortes transversais de cornetas multimodos, sem e com dielétrico em seu interior.

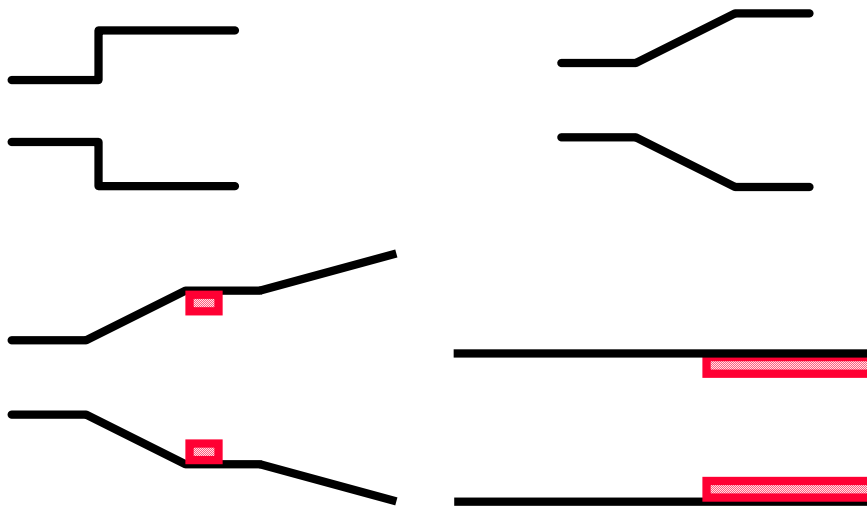


Figura 1.2 - Cornetas Multimodo.

No início da década de 1960, foram idealizadas e implementadas as cornetas corrugadas que permitiram a obtenção dos diagramas de radiação circularmente simétricos e, como consequência, uma redução nos níveis de polarização cruzada, em uma banda de operação bastante estreita [5]

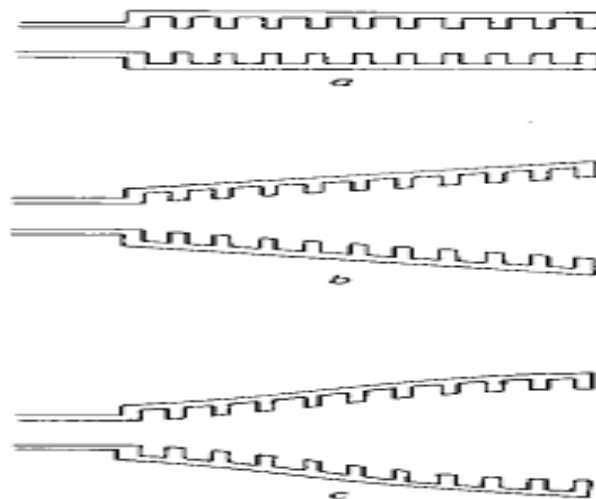


Figura 1.3 – Tipos de alimentadores corrugados [5]: a) guia cilíndrico corrugado, b) corneta corrugada com ângulo *flare* estreito, c) corneta corrugada *profile*.

Por volta de 1970, o uso de antenas rotacionalmente simétricas e com alta eficiência eram necessárias em aplicações radiométricas em microondas. Com radiadores convencionais, a eficiência obtida ficava em torno de 50 a 60%, enquanto que com o uso de cornetas corrugadas, eficiências de abertura em

torno de 75 a 80% podem ser obtidas [10]. A Figura 1.3 apresenta alguns tipos de alimentadores corrugados.

Como alternativa às estruturas corrugadas, Clarricoats *et al* [4] apresentaram a formulação para os campos para cornetas com carregamento dielétrico. Entretanto, tais cornetas apresentaram níveis de polarização cruzada mais altos do que os apresentados pelas cornetas corrugadas permanecendo abaixo de -30 dB em uma faixa de frequência mais ampla do que a apresentada pela corneta corrugada. A Figura 1.4 mostra uma corneta cônica carregada com dielétrico, junto com os parâmetros considerados para projeto.

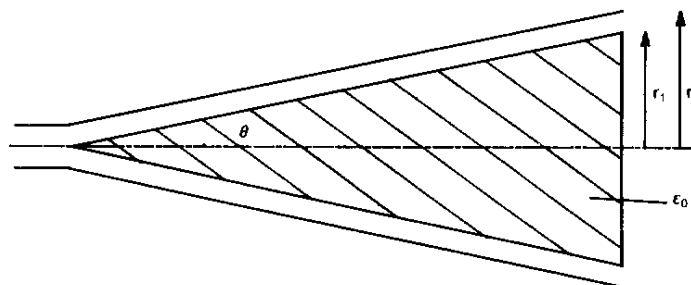


Figura 1.4 - Corneta cônica com carregamento dielétrico [4].

Níveis baixos de polarização cruzada em bandas mais largas que as cornetas corrugadas são obtidos pela configuração da Corneta Dielétrico-Corrugada. A análise do comportamento eletromagnético deste tipo de corneta foi apresentada por Descardecì, *et al* [6,7]. Tal configuração é de grande interesse, pois vem atender à grande demanda de comunicação por satélite que impõe a necessidade de antenas cada vez mais eficientes e com baixos níveis de polarização cruzada em larga faixa de operação. A importância de se ter boas características de polarização cruzada com larga faixa de operação vem da possibilidade de aumento da banda e da duplicação do canal de comunicação com o reuso da banda de frequência.

Em [6,7] a formulação para os campos no interior do guia corrugado com bastão ao centro utiliza o modelo de impedância de superfície para representar as corrugações. A determinação dos campos radiados por uma corneta com este tipo de carregamento utiliza os campos na abertura corrigidos pela fase de uma onda esférica. Esta aproximação é válida para pequenos ângulos de abertura. Os resultados teóricos obtidos a partir dos campos na abertura apresentam níveis de polarização cruzada intermediária aos obtidos no caso corrugado e com carregamento dielétrico [6,7].

Corneta corrugada com carregamento dielétrico e corneta cônica com carregamento dielétrico apresentam alguns problemas em comum. Entre estes a reflexão na garganta e na abertura da corneta, fazendo com que se escolham materiais com baixos valores de permissividade na tentativa de diminuir a reflexão. Carregamentos com estas características dielétricas podem ser obtidos por uma classe de espuma dopada com partículas de materiais dielétricos, mas que apresentam forte não homogeneidade. Esta falta de uniformidade gera assimetria no diagrama de radiação e compromete todo o projeto da antena. Por outro lado, a utilização de materiais como o PTFE (*PoliTetraFluorEtileno*) com permissividade relativa na ordem de 2 (dois) no carregamento aumentam as taxas de reflexão na garganta e abertura da corneta, limitando o desempenho da antena [6,7].

O estudo desenvolvido aqui teve por objetivo analisar a estrutura de corneta cônica corrugada com dielétrico anisotrópico, com eixo óptico na direção axial do guia. O autor acredita que tal estrutura ainda não foi pesquisada. Esta configuração de corneta pode ser conseguida utilizando-se a estrutura de um guia cilíndrico corrugado com a adição de um bastão dielétrico anisotrópico uniaxial ou isotrópico. Anisotropia pode ser conseguida artificialmente dopando-se o material dielétrico isotrópico ou utilizando-se uma técnica de perfuração. Esta técnica é sugerida e apresentada nesta Tese. Espera-se com esta técnica possibilitar o uso de um material dielétrico mais consistente mecanicamente (forte) e confiável (uniforme).

São objetivos deste trabalho:

- a) Investigar o efeito da anisotropia uniaxial no guia cilíndrico corrugado com dielétrico;
- b) Realizar análise paramétrica com o intuito de verificar os efeitos da anisotropia e da frequência de operação sobre as características do campo radiado e da polarização cruzada;
- c) Analisar a estrutura do guia cilíndrico transformado em uma corneta no formato cilíndrico cônico com a mesma estrutura complexa através da técnica de aproximação por distribuição esférica de fase na abertura da antena para pequenos ângulos de "flare".

O desenvolvimento do trabalho é apresentado da seguinte forma:

No Capítulo 2 é apresentada a geometria da estrutura em estudo. Partindo-se desta geometria, são desenvolvidas as expressões dos campos transversais e o equacionamento para a obtenção das curvas características do guia cilíndrico corrugado carregado com bastão dielétrico anisotrópico. Para a

obtenção dos campos transversais, foi necessário o desenvolvimento teórico para a obtenção dos coeficientes, que são soluções do sistema de equações criado para a estrutura. Este sistema é criado a partir da aplicação das condições de contorno e sua formulação e solução são apresentadas nos Apêndices A e B. A obtenção da admitância de superfície é apresentada no Apêndice C e a obtenção dos coeficientes encontra-se detalhada no Apêndice D. Também é apresentada neste Capítulo 2 uma técnica para redução e modelagem do dielétrico utilizado. Esta técnica introduz anisotropia no material e esta anisotropia é trabalhada no desenvolvimento teórico apresentado. Neste Capítulo, é apresentado ainda um estudo comparativo com os casos de guias cilíndricos já conhecidos, entre eles, guia cilíndrico corrugado oco, guia cilíndrico metálico com bastão dielétrico, guia cilíndrico corrugado com bastão dielétrico isotrópico.

No Capítulo 3, as expressões para o cálculo dos campos radiados distantes são obtidas para o guia cilíndrico corrugado com dielétrico anisotrópico. O desenvolvimento detalhado para a solução das integrais de radiação é apresentado no Apêndice E. Expressões para os Campos principal e cruzado são desenvolvidas e apresentadas, onde considerou-se a terceira definição de Ludwig [11]. Em adição, expressões para o cálculo dos campos radiados distantes para a corneta cilíndrica corrugada com dielétrico anisotrópico com pequenos ângulos de abertura (*flare angle*) utilizando-se a aproximação por correção de fase esférica são obtidas e apresentadas neste Capítulo. É apresentado também um caso particular: Simulação do Guia Anisotrópico com anisotropia criada a partir da técnica de perfuração do Bastão Dielétrico.

No Capítulo 4 é realizada a análise do comportamento dos campos transversais na estrutura guiada em estudo. São realizadas análises para casos já existentes na literatura e para o caso em estudo, variando a anisotropia, com o intuito de verificar o comportamento dos campos radiados e da polarização cruzada máxima em função da anisotropia e da frequência. As análises paramétricas do guia corrugado com dielétrico anisotrópico e da corneta corrugada com ângulo de abertura de 12° são apresentadas no Capítulo 5, onde são analisados o efeito da anisotropia na polarização cruzada máxima e no nível de 3 dB. É analisada também a influência da frequência nos padrões de radiação e polarização cruzada para uma relação de anisotropia determinada na Seção 5.1.1 para o guia cilíndrico e para a corneta em estudo. O Capítulo 6 traz a conclusão sobre os resultados obtidos e a proposta de novos temas para a continuidade da pesquisa.