

Caracterização e confecção de uma antena de microfita para recepção de TV digital e aplicação em notebooks através do Ansoft HFSS

Jéssica Pederneiras Moraes Rocha^[1], Cíntia José Mendes^[2], Jayne dos Santos Lima^[3], Jefferson Costa e Silva^[4], Alfrêdo Gomes Neto^[5]

[1] jessicapmr. [2] cintiajmendes. [3] jayneslima. [4] jeffersoncs. [5] alfredogomesjpa@gmail.com. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. Av. 1º de Maio, 720, Jaguaribe. CEP: 58.015-430. João Pessoa – PB

RESUMO

O mundo vivencia, nos dias de hoje, um aumento na demanda por dispositivos móveis e/ou portáteis, como notebooks e tablets. Esse interesse surgiu principalmente pelo aumento da quantidade de serviços que utilizam sistemas de comunicação sem fio (ou wireless). Uma tendência do mercado é a integração de diferentes tecnologias sem fio em um único dispositivo portátil, de baixo custo, com design leve e compacto. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma antena com pequenas dimensões (mas com eficiência aceitável), que atue na faixa de frequência utilizada pelo Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD, de 470 a 806 MHz) e com aplicação em dispositivos portáteis, tais como notebooks. As simulações foram realizadas utilizando os softwares comerciais Ansoft HFSS (High Frequency Structure Simulator) e Ansoft Designer, que utilizam o método numérico das diferenças finitas e o método dos momentos, respectivamente. A estrutura escolhida para a simulação foi uma antena de microfita. Os resultados obtidos, a partir das simulações e medições, enfatizam a eficiência no processo de miniaturização (inserção de fendas) empregado na antena, permitindo à mesma funcionar na faixa de frequência utilizada pela aplicação de TV digital.

Palavras-chave: Notebook. Antena de microfita. Recepção de TV Digital.

ABSTRACT

Nowadays, the world has experienced an increase in demand for mobile and / or portable devices such as notebooks and tablets. This interest emerged primarily by increasing the amount of services that use wireless communication systems. A market trend is the integration of different wireless technologies in a portable, low cost, lightweight and compact single device design. This work aims to develop an antenna with small dimensions (but with acceptable efficiency) and acting in the frequency range of the Digital TV Brazilian System (SBTVD, in 470-806 MHz). The simulations were performed using the commercial softwares Ansoft HFSS (High Frequency Structure Simulator) and Ansoft Designer, which use the numerical method of finite differences and the moments method, respectively. The structure chosen for the simulation was a planar microstrip antenna. The results obtained from simulations and measurements emphasize efficiency in the process of miniaturization (slots insertion) used in antenna, allowing it to work at the frequency range used by the application of digital TV.

Keywords: Ansoft HFSS. Microstrip antenna. Digital TV reception.

1 Introdução

O conceito de comunicação passa pelo intercâmbio de informação entre sujeitos ou objetos. Sua origem vem do latim *communis*, ou seja, comum. Assim, comunicar significa participar, socializar ideias. O papel da comunicação é de transmissão de significados entre pessoas para a sua integração na organização social (DUARTE, 2003).

Com o avanço tecnológico ocorrido nos últimos anos e o contínuo aumento da oferta de serviços de comunicação, em especial aplicações de comunicação sem fio, tem sido cada vez maior a demanda por estruturas que operem em diferentes faixas de frequência e que atendam às características requeridas como largura de banda, seletividade, dimensões e pesos reduzidos, baixo custo, etc. (MONTALVÃO et al, 2011).

Dentre os vários sistemas de comunicação existentes, podemos destacar o rádio, a televisão, jornais impressos, internet, dentre vários outros existentes. Com o passar do tempo e com o avanço tecnológico, surgiram sistemas de comunicação híbridos, que apresentam características comuns a dois ou mais sistemas. A TV digital faz parte dessa nova categoria.

Um sistema de Televisão Digital Terrestre é definido como uma plataforma capaz de transmitir e receber sinais de áudio e vídeo, bem como dados, utilizando o sinal de radiodifusão nas faixas de frequência de VHF/UHF. A União Internacional de Telecomunicações (*International Telecommunications Union* – ITU) definiu um modelo de referência para sistemas de televisão digital que é comum aos padrões atuais. Este modelo de referência permite que se tenha uma visão geral das principais estruturas de um sistema de televisão digital, seu funcionamento e como essas estruturas interagem entre si (ALENCAR, 2007).

O Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTVD-T) permite a recepção de imagens em alta definição, com som de alta qualidade, além de, futuramente, possibilitar a implantação da interatividade e de outros serviços. Porém, sua maior vantagem com relação aos outros sistemas de TV digital é proporcionar mobilidade ao usuário, através de qualquer equipamento que tenha capacidade de decodificar seu sinal.

A recepção de TV digital em *notebooks*, como em qualquer dispositivo eletrônico, necessita de um sistema irradiante. Porém, restrições de projeto ainda limitam o desenvolvimento de antenas menores

que, em geral, são limitadas em tamanho e largura de banda. Atualmente, a maioria desses dispositivos pode ser integrada em equipamentos sem fio portáteis de uma forma transparente para o usuário. A antena é uma parte de um sistema de transmissão ou recepção que é projetado para transmitir ou receber ondas eletromagnéticas (IEEE Std 145, 1993).

Para determinar o desempenho de uma antena, são necessários diversos parâmetros, tais como: modos ressonantes, ganho, diagrama de irradiação, eficiência, polarização, impedância e largura de banda. Esses parâmetros devem ser definidos e explicados para definir que requisitos básicos devem ser atendidos em cada aplicação particular.

O constante interesse nos últimos anos por dispositivos leves, compactos e com custo reduzido tem chamado a atenção de técnicos, engenheiros e pesquisadores da área de Telecomunicações. Essas características tornam as estruturas planares multi-banda atrativas para aplicações em sistemas de comunicação móveis, comunicação por satélite e radar. Não resta dúvida de que a redução das dimensões e a operação em várias faixas de frequência são requisitos desejáveis aos aparelhos de comunicação modernos (ALMEIDA FILHO, 2010).

Em razão dessas características principais, as antenas planares e, em particular, as antenas de microfita se mostram mais atrativas para uso nos sistemas de comunicação sem fio do que as antenas convencionais, tais como as antenas de fio, de abertura, parabólicas, etc. Em relação à alimentação das antenas de microfita, ela geralmente é efetuada através de linhas de microfita, linhas de fita coplanares (CPS – *coplanar stripline*), guias de onda coplanar (CPW – *waveguide stripline*) e cabos coaxiais (WADELL, 1991).

Neste trabalho é apresentada a análise e confecção de uma antena em microfita, que trabalha na frequência de UHF, compatível com a TV digital, simulada nos softwares *Ansoft HFSS* e *Ansoft Designer* com alimentação por linha de microfita.

2 Materiais e métodos

Nesta seção serão descritas as características da antena de microfita utilizada neste projeto, os softwares usados e o layout do elemento radiante proposto.

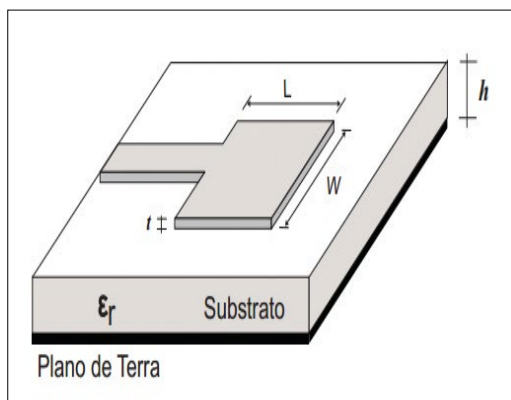
2.1 Antenas de microfita

Antenas deste tipo são discretas, moldáveis a superfícies planas e não planas, de construção simples, de baixo custo e podem ser construídas utilizando a tecnologia de circuitos impressos. Além disso, são mecanicamente robustas quando montadas em superfícies rígidas, compatíveis com projetos MMIC e, quando a forma específica do elemento e o modo irradiante são selecionados, apresentam muita versatilidade em termos de frequência de ressonância, polarização, diagrama de irradiação e impedância. Além disso, ao adicionar cargas entre o *patch* irradiante e o plano de terra, como pinos e diodos *varactores*, podem ser projetados elementos adaptativos com frequência de ressonância, impedância, polarização e diagramas variáveis (BALANIS, 2005).

As antenas de microfita consistem em um *patch* metálico de pequena espessura $t \ll \lambda_0$ (onde λ_0 é o comprimento de onda no espaço livre), posicionado a uma pequena distância h (onde $h \ll \lambda_0$, usualmente $0,003 \lambda_0 \leq h \leq 0,05 \lambda_0$), acima de um plano de terra, conforme pode ser visto na Figura 1.

O *patch* irradiante é geralmente projetado de modo que sua irradiação máxima seja normal a ela (*broadside*). Isto é alcançado com uma escolha adequada do tipo de excitação. A irradiação *end-fire* também pode ser obtida através de uma escolha criteriosa do modo ressonante. Em geral, no caso de um *patch* retangular, seu comprimento L é tal que $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$. O elemento irradiante e o plano de terra são separados por uma camada dielétrica, como mostrado na Figura 1 (BALANIS, 2005).

Figura 1 – Antena de microfita (BALANIS, 2005).



Diferentes materiais podem ser usados como substrato no projeto de antenas de microfita. Em

geral, a constante dielétrica desses materiais tem valores de $2,2 \leq \epsilon_r \leq 12$. Os substratos mais adequados para antenas de bom desempenho são espessos e têm constante dielétrica de valor baixo, pois permitem maior eficiência, maior largura de banda e campos mais desprendidos, facilitando a radiação no espaço (BALANIS, 2005).

Os elementos irradiantes e linhas de alimentação são, em geral, fotogravados na placa metálica, sobre o substrato dielétrico. O formato do *patch* irradiante pode ser quadrado, retangular, fita estreita, circular, elíptico, triangular ou de qualquer outra forma.

2.2 Ansoft HFSS

O HFSS é um software que integra simulação, visualização e modelagem de sólidos em 3D. O HFSS emprega o Método dos Elementos Finitos (FEM), malhas adaptativas e gráficos, o que lhe garante discernimento para representar o comportamento de uma onda eletromagnética. Com o auxílio do HFSS, pode-se extrair parâmetros tais como a frequência de ressonância e os campos eletromagnéticos. A visualização 3D dos campos eletromagnéticos possibilita a geração de modelos *Full-SPICE Wave* para avaliar de forma eficiente a qualidade do sinal, incluindo as perdas do meio de transmissão (MOURA; MRABET, 2006).

2.3 Ansoft Designer

O Ansoft Designer é uma ferramenta CAD para circuitos e simulação de microondas. É também um programa base para projetos de alta precisão e permite aos usuários modelar e simular dispositivos complexos analógicos, de RF, e aplicações de sinais mistos, além de executar sinal de integridade e realizar verificações de sistemas de alta performance (*IC/ package/ board designs*). Este software flexível, de fácil uso, inclui esquemas de captura e edição de layout, geração de *netlist* e um sofisticado meio de visualização de dados e ferramentas de análise.

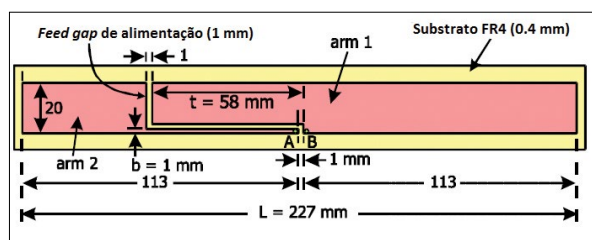
O software Ansoft Designer utiliza o método dos momentos. Este método numérico é de extrema utilidade, pois transforma uma equação integro-diferencial num sistema de equações lineares. Para tal, é necessário encontrar as funções de base e de teste mais adequadas para cada tipo de problema. Este método possibilita o cálculo da distribuição de corrente num agrupamento de antenas, em que se relacionam as alimentações com a corrente, numa

forma matricial, obtendo-se um modelo do tipo da análise matricial de circuitos com possibilidade de aplicação à análise e síntese de diagramas de irradiação de estruturas irradiantes (CASIMIRO et al, 2012).

2.4 Layout do elemento radiante

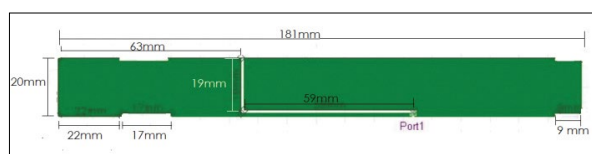
Para o desenvolvimento do elemento radiante proposto, foi utilizado como base para as primeiras simulações um layout proposto e desenvolvido por Chi (2007). As dimensões deste layout estão ilustradas na Figura 2.

Figura 2 – Configuração da antena de banda larga para recepção de sinal digital proposta por Chi (2007).



Com base no layout apresentado na Figura 2, foram inseridas fendas com o intuito de expandir a largura de banda para atender de forma satisfatória à recepção de TV digital. Posteriormente, efetuaram-se cortes visando à miniaturização das dimensões, a fim de facilitar a instalação em *notebooks*. As modificações dimensionais realizadas, geradas através dos softwares HFSS e *Ansoft Designer*, estão apresentadas na Figura 3.

Figura 3 – Dimensionamento da antena desenvolvida.



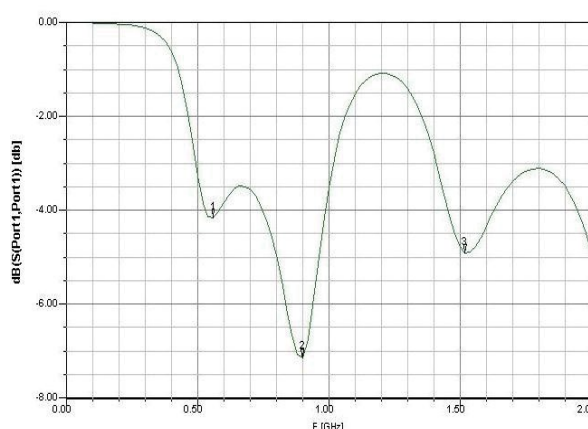
3 Resultados e discussão

Os resultados são apresentados em duas partes: simulados e medidos.

3.1 Resultados simulados

Na Figura 4 está ilustrada a resposta em frequência obtida por meio da simulação no *software Ansoft Designer* correspondente à faixa de frequência de 100 MHz a 2 GHz, com passo de 0,02 GHz, o qual apresenta ressonâncias em 560 MHz, 900 MHz e 1,52 GHz e uma largura de banda de 340 MHz. Foi considerado um limiar de recepção de 3 dB como aceitável para esse tipo de aplicação.

Figura 4 – Resposta em frequência da antena simulada.



No entanto, como o objetivo deste trabalho remete a atender à faixa de frequência da TV digital, a ressonância de 1,52 GHz será desprezada por não se adequar à faixa de frequência desejada.

O desempenho da antena em geral é descrito em termos de seus diagramas principais de planos **E** e **H**, que possuem direção de irradiação máxima, nos quais o plano x-y (plano azimutal; $\theta = \frac{\pi}{2}$) é o plano **H** principal, enquanto que o plano x-z (plano de elevação $\phi = 0$) é o plano **E** principal.

A partir de diagramas de irradiação é possível observar algumas características, tais como o ganho e a intensidade de radiação, que determinam o bom funcionamento da antena. Por meio de análises numéricas, foram gerados diagramas de radiação, nos quais foi constatado o comportamento omnidirecional, como mostrado nas Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Diagrama Omnidirecional correspondente à frequência de ressonância de 560 MHz.

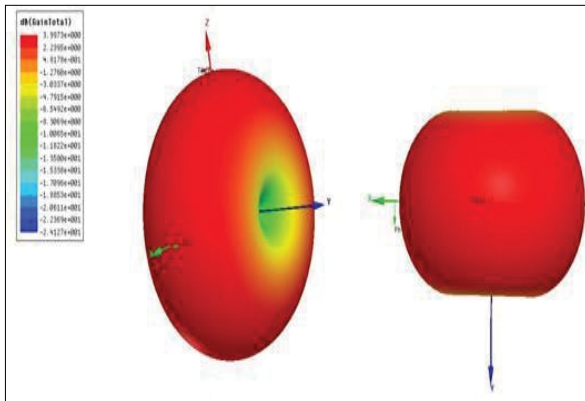
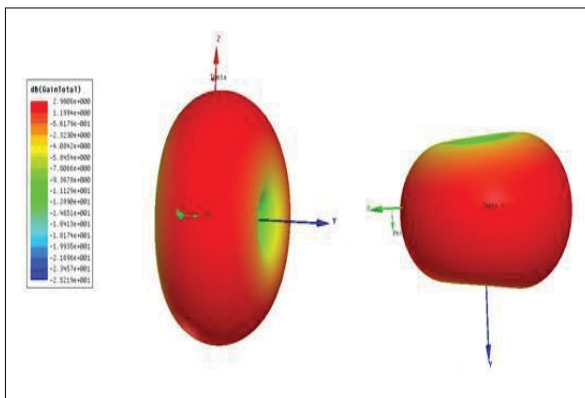


Figura 6 – Diagrama Omnidirecional correspondente à frequência de ressonância de 900 MHz.



A diretividade de uma antena é a razão entre a intensidade de radiação na direção do máximo da antena e a intensidade de radiação da mesma antena caso ela possuísse característica omnidirecional. Utilizando a representação por diagrama bidimensional, apresentada nas Figuras 7 e 8, é possível observar o plano de maior diretividade da antena.

Figura 7 – Diagrama bidimensional em 560 MHz.

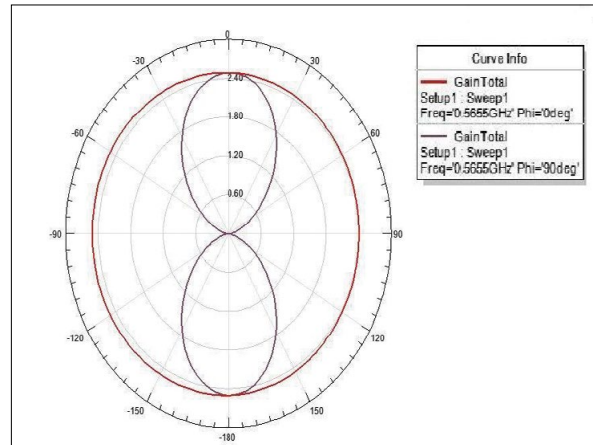
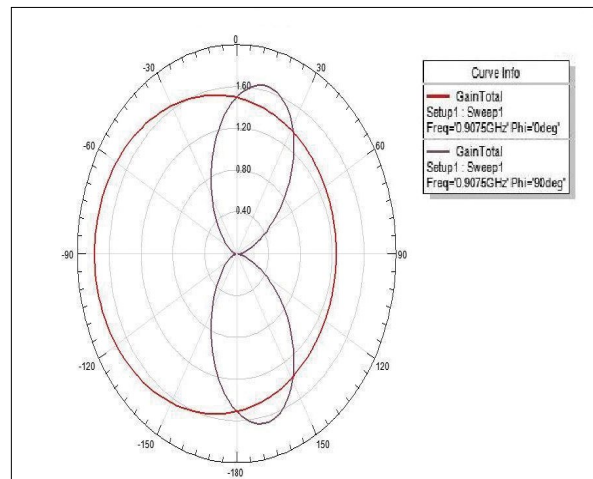


Figura 8 – Diagrama bidimensional em 900 MHz.



A partir dos diagramas de radiação apresentados, é possível verificar que, no plano $x=0$, a antena apresenta máxima diretividade e que a angulação em relação ao eixo y disposta na Figura 7 indica a presença de modos superiores.

3.2 Resultados medidos

Os resultados medidos são referentes ao parâmetro S_{11} (perda de retorno). Com base no layout projetado e apresentado na Figura 3, a antena foi confeccionada utilizando a técnica de decalque em uma placa com substrato de fibra de vidro (FR4) cujas dimensões foram 5 cm de altura, 20 cm de largura e 0,8 mm de espessura, como está disposto na Figura 9. O conector utilizado foi do tipo SMA.

Figura 9 – Antena confeccionada e conectorizada.



As medições foram realizadas utilizando o analisador de espectro FSH8 (100 kHz a 8 GHz) ROHDE & SCHWARZ, mostrado na Figura 10, na função analisador de rede.

A faixa de frequência medida foi de 100 MHz a 2 GHz, cuja resposta em frequência está apresentada na Figura 10. A largura de banda, de 356,19 MHz, se enquadrou na faixa de 486,19 MHz a 842 MHz, respeitando o limiar de 3 dB para a perda de retorno (S11).

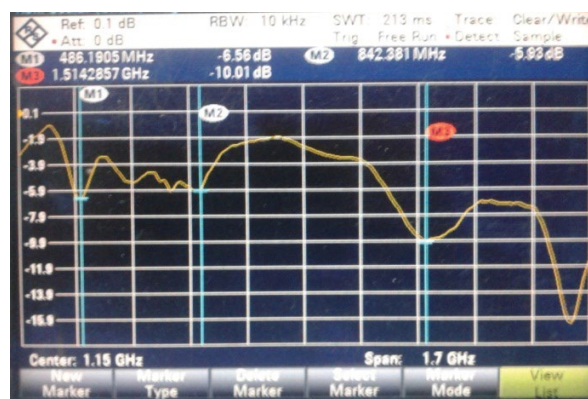
Os resultados medidos foram próximos aos simulados, sendo por isso considerados satisfatórios. Levando em consideração o resultado simulado, que apresentou uma largura de banda na faixa de 340 MHz, houve um aumento de cerca de 4,7% na análise da antena confeccionada.

Figura 10 – Medição da antena confeccionada.



Foram efetuadas três marcas na resposta em frequência medida. A marca M1 corresponde a 486,19 MHz com perda de retorno 6,56 dB; a marca M2 equivale a 842,28 MHz com perda de retorno 5,93 dB; e a marca M3 indica 1,51 GHz com perda de retorno 10 dB, como é possível observar na Figura 11.

Figura 11 – Resposta em frequência da antena confeccionada.



A largura de banda da antena confeccionada foi aumentada em relação à original em torno de 156 MHz (considerando a faixa de frequência da TV digital); a banda conseguida foi de 486 a 842 MHz, um aumento de 78%.

4 Considerações finais

Neste trabalho foi realizado o desenvolvimento de uma antena de microfita com pequenas dimensões (mas com eficiência aceitável) para operar na faixa de frequência para aplicações em TV digital (470 a 806 MHz). As simulações foram realizadas utilizando os softwares comerciais Ansoft HFSS (*High Frequency Structure Simulator*) e Ansoft Designer, que utilizam os métodos numéricos das diferenças finitas e dos momentos, respectivamente. Os resultados obtidos a partir das simulações e medições procuraram enfatizar a eficiência no processo de miniaturização da estrutura desenvolvida (através da inserção de fendas), e se mostraram bastante satisfatórios. Por meio das simulações obteve-se um aumento da largura de banda, o que, para a aplicação em TV digital na faixa de UHF, se tornou bastante interessante, além de

possibilitar a miniaturização da antena, o que facilita sua instalação em *notebooks*.

Após a confecção e a medição dos resultados, foi observado que há uma coerência entre os resultados propostos na etapa de simulação e os resultados medidos.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, M. **Televisão Digital**. São Paulo: Érica, 2007.

ALMEIDA FILHO, V. A. **Arranjos Log-periódicos compactos em microfitas com elementos fractais de Koch**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BALANIS, C. A. **Antenna theory-analysis and design**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, Volume 2, 2009.

CASIMIRO, A., LOPES, V., EMÍDIO, F. **Método dos Momentos**. Disponível em: <http://sapiencia.ualg.pt/bitstream/10400.1/119/1/13_13.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2012.

CHI, Y. W., WONG, K. L. **Wideband Printed Dipole Antenna for DTV Signal Reception**. Kaohsiung 804, Taiwan: National Sun Yat-Sen University, 2007.

DUARTE, E. Por uma epistemologia da comunicação. In: LOPES, M. I. V. **Epistemologia da comunicação**. São Paulo: Loyola, 2003.

IEEE Std 145 – Standard Definitions of Terms for Antennas. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, v. AP-31, n. 6, Part II, 1993.

MONTALVÃO, E. S. R. *et al.* **Um método simples para ajustar a frequência de ressonância de uma FSS**. Curitiba, out. 2011.

SILVA, J. C. **Análise dos Circuitos Ressonantes em Antenas de Microfita sobre Substratos ISO/Antrópicos por Técnicas da Ressonância Transversa**. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

WADELL, B. C. **Transmission Line Design Handbook**. Artech House, 1991.