

Técnicas de Processamento de Sinais e Telecomunicações

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Henrique Ajuz Holzmann

(Organizador)

Técnicas de Processamento de Sinais e Telecomunicações

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
T255	Técnicas de processamento de sinais e telecomunicações [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-449-8 DOI 10.22533/at.ed.498190807 1. Tecnologia da informação. 2. Telecomunicações. I. Holzmann, Henrique Ajuz. CDD 338.47
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra Técnicas de Processamento de Sinais e Telecomunicações está organizada de maneira a atender a temas atuais sobre a área de telecom e processamento de sinais de maneira sucinta e otimizada, sendo dividido em 17 capítulos sequenciais.

A transmissão de dados juntamente com suas vertentes representa um dos principais pilares para o progresso econômico de uma nação e para o atendimento de inúmeras necessidades da humanidade, estando presente nos mais diversos setores. Desenvolve-la de maneira eficiente é uma busca constante de grandes empresas e pesquisadores, buscando otimizar e agilizar o processo de troca de informações.

Produzir conhecimento nestas áreas é de extrema importância, a fim de gerar desenvolvimento e ampliar possibilidades nos mais diversos campos. Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre temas referentes a comunicação e processamento de sinais em diferentes níveis de profundidade em pesquisas, envolvendo aspectos técnicos, científicos e humanos é trazido nesta obra.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANTENA DE MICROFITA RETANGULAR PARA APLICAÇÃO EM 2,5 GHZ UTILIZANDO SUBSTRATO METAMATERIAL	
Almir Souza e Silva Neto Bruno Pontes Alves da Silva Matheus Mesquita Correa Humberto César Chaves Fernandes Ronilson Mendes Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.4981908071	
CAPÍTULO 2	7
BANDWIDTH ENHANCEMENT OF AN ULTRA WIDE BAND PLANAR INVERTED F-ANTENNA	
Pedro Paulo Ferreira do Nascimento Glauco Fontgalland Raymundo de Amorim Júnior Tagleorge Marques Silveira Rodrigo César Fonseca da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4981908072	
CAPÍTULO 3	14
COMPORTAMENTO DE MODELOS DE DIFRAÇÃO SOBRE MÚLTIPLOS GUMES DE FACA EM VHF E UHF	
Lorenço Santos Vasconcelos Gilberto Arantes Carrijo	
DOI 10.22533/at.ed.4981908073	
CAPÍTULO 4	27
ON-CHIP KOCH FRACTAL ANTENNA ARRAY FOR 60 GHZ ISM BAND APPLICATION	
Paulo Fernandes da Silva Júnior Ewaldo Eder Carvalho Santana Mauro Sérgio Pinto Filho Almir Souza e Silva Neto Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira Paulo Henrique da Fonseca Silva Alexandre Jean René Serres Raimundo Carlos Silvério Freire	
DOI 10.22533/at.ed.4981908074	
CAPÍTULO 5	36
PROJETO E ANÁLISE DE UM ARRANJO LINEAR DE ANTENAS UTILIZANDO A CURVA FRACTAL DE KOCH	
Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira Pedro Carlos de Assis Júnior Marcelo da Silva Vieira Rodrigo César Fonseca da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4981908075	

CAPÍTULO 6	48
FINDING REPEATER PLACEMENT FOR P2P WIRELESS LINKS WITH NLOS IN EXTREMELY MOUNTAINOUS REGIONS	
Alvaro Javier Ortega	
DOI 10.22533/at.ed.4981908076	
CAPÍTULO 7	60
NOVA ARQUITETURA DE DEMODULADOR $\pi/3$ -BPSK PARA OS SATÉLITES DO SISTEMA BRASILEIRO DE COLETA DE DADOS	
Flavia Vasconcelos Maia	
Antonio Macilio Pereira de Lucena	
Francisco de Assis Tavares Ferreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4981908077	
CAPÍTULO 8	73
PROPOSTA DE UM NOVO ALGORITMO QOS-AWARE PARA O ESCALONAMENTO <i>DOWNLINK</i> LTE-A EM CENÁRIOS DE TRÁFEGO MISTO: UMA COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO	
Júnio Moreira	
Éderson Rosa da Silva	
Paulo Roberto Guardieiro	
DOI 10.22533/at.ed.4981908078	
CAPÍTULO 9	85
SERVIÇO DE L2VPN EM REDES DE <i>BACKBONE</i> IP: ESTUDO DE CASO DA REDECOMEP-RIO	
Pedro Henrique Diniz da Silva	
Natália Castro Fernandes	
Nilton Alves Jr.	
Márcio Portes de Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.4981908079	
CAPÍTULO 10	101
SISTEMA DISTRIBUÍDO PARA DETECÇÃO DE AMEAÇAS EM REDES UTILIZANDO <i>DEEP LEARNING</i>	
Fábio César Schuartz	
Mauro Sérgio Pereira Fonseca	
Anelise Munaretto	
DOI 10.22533/at.ed.49819080710	
CAPÍTULO 11	113
UM MÓDULO DE DEFESA PARA ATAQUES DDOS NA CAMADA DE APLICAÇÃO USANDO ESTRATÉGIAS SELETIVAS	
Túlio Albuquerque Pascoal	
João Henrique Gonçalves Corrêa	
Vivek Nigam	
Iguatemi Eduardo da Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.49819080711	

CAPÍTULO 12	125
AN EMPIRICAL RATE BALANCED ALIEN XTALK MITIGATION METHOD FOR G.FAST SYSTEMS	
Diego de Azevedo Gomes	
Cláudio de Castro Coutinho Filho	
João Victor Costa Carmona	
Evaldo Gonçalves Pelaes	
DOI 10.22533/at.ed.49819080712	
CAPÍTULO 13	135
REPRESENTAÇÃO ESPARSA UTILIZANDO WAVELETS E VARIAÇÃO TOTAL APLICADOS AO PROCESSAMENTO DE SINAIS DE DESCARGAS PARCIAIS	
Paulo Vitor do Carmo Batista	
Hilton de Oliveira Mota	
DOI 10.22533/at.ed.49819080713	
CAPÍTULO 14	152
REDUÇÃO DE DIMENSÕES USANDO TRANSFORMADA DE KARHUNEN-LOÈVE EM SISTEMAS MIMO MASSIVO DISTRIBUÍDO COM <i>FRONTHAUL</i> LIMITADO	
Ricardo de Souza Cerqueira	
André Noll Barreto	
DOI 10.22533/at.ed.49819080714	
CAPÍTULO 15	167
WSN COVERAGE IMPROVEMENT WITH ROF IN BUS TOPOLOGY FOR SMART CITIES	
Raphael Montali da Assumpção	
Indayara Bertoldi Martins	
Frank Herman Behrens	
Omar Carvalho Branquinho	
Fabiano Fruett	
DOI 10.22533/at.ed.49819080715	
CAPÍTULO 16	179
MODELO ELETROMAGNÉTICO DE UM ARRANJO PLANAR DE NANODIPOLOS SOBRE PLANO DE OURO ATRAVÉS DA FUNÇÃO DE GREEN 3D	
André Felipe Souza da Cruz	
Nadson Welkson Pereira de Souza	
Karlo Queiroz da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.49819080716	
CAPÍTULO 17	194
AVALIAÇÃO DE FADIGA MUSCULAR LOCALIZADA EM SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS UTILIZANDO TAXA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL NO TEMPO	
Jean Kevyn Correia Pessoa	
Pedro Henrique Melgaço de Oliveira Martins	
Thiago Raposo Milhomem de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.49819080717	
SOBRE O ORGANIZADOR	207

BANDWIDTH ENHANCEMENT OF AN ULTRA WIDE BAND PLANAR INVERTED F-ANTENNA

Pedro Paulo Ferreira do Nascimento

pedro.nascimento@ee.ufcg.edu.br

Universidade Federal de Campina Grande, UFCG
Campina Grande – PB

Glauco Fontgalland

Universidade Federal de Campina Grande, UFCG
Campina Grande – PB

Raymundo de Amorim Júnior

Universidade Federal de Campina Grande, UFCG
Campina Grande – PB

Tagleorge Marques Silveira

Universidade Federal de Campina Grande, UFCG
Campina Grande – PB

Rodrigo César Fonseca da Silva

Universidade Estadual da Paraíba, UEPB
Patos – PB

Simulation, Enhancement, Bandwidth

RESUMO: Este trabalho apresenta o acréscimo de largura de banda de uma Antena-F Planar Invertida (PIFA) de até 1,55 GHz, por adição de slots no elemento irradiador da estrutura. Os parâmetros S, ganho e diagrama de irradiação, após a análise, foram comparados com um modelo de PIFA já publicado. As simulações foram feitas utilizando-se do software comercial CST Design Studio. Um acréscimo de largura de banda de 53% foi alcançado.

PALAVRAS-CHAVE: Antena-F Planar Invertida, PIFA, Simulação, Acréscimo, Largura de Banda

ABSTRACT: This paper presents the bandwidth enhancement of a Planar Inverted F-Antenna (PIFA) up to 1.55 GHz as result of adding slots in the radiator element of the structure. The S-Parameters, gain, and radiation pattern after analyzed were used for comparison purpose with a published PIFA model. The simulations were made using the commercial software CST Design Studio. As result, a bandwidth enhancement of approximately 53% was achieved.

KEYWORDS: Planar Inverted F-Antenna, PIFA,

1 | INTRODUCTION

The PIFA (Planar Inverted-F Antenna) is largely utilized in various applications, especially in the mobile phones, as it has low cost, reduced size, and easy fabrication and implementation. Typically, the PIFA consists of: (i) ground plane; (ii) planar element; (iii) short-circuit plate or pin; (iv) feeding mechanism.

The first publication of PIFA appeared in the IEEE literature in 1987 (TAGA, 1987). Historically, its name comes from the evolution of Inverted-F Antenna. With similar design, the PIFA has its developing more closely related to

the Patch Antenna (RAY e CHAUDHURI, 2011). On the other hand, the Inverted-F Antenna is based on monopole antenna of a quarter of wavelength. The PIFA is an evolution of the Inverted-F Antenna with the substitution of the wire for a plate in order to enhance the bandwidth (CHATTHA, HUANG, *et al.*, 2011). Despite that, the bandwidth is still somewhat small and many techniques and parametric analysis have been done (CHATTHA, HUANG, *et al.*, 2011), (CHATTHA, HUANG, *et al.*, 2012). These studies include the insertion of slots in the radiator (SAHU e JYOTI, 2014) or in the ground plane (PICHER, ANGUERA, *et al.*, 2012), in order to enhance the bandwidth.

Motivated by the large application of PIFA in portable devices and by the limited results obtained by previous works to increase the broadband characteristics of the antenna, in this paper it is proposed the insertion of new slots in the design to enhance the bandwidth of an already published PIFA model.

2 | GEOMETRY DESIGN

Using the published model proposed in CHATTHA, HUANG, *et al.*, (2011), the slot insertion technique was used with the objective of improving the bandwidth of the model. In order to do that, firstly simulations were made in the commercial software CST Design Studio to recover the initial design and model parameters, as it can be observed in the Figure 1. The FR4 was used as substrate on the ground plane. The parameters and dimensions used were the same as in CHATTHA, HUANG, *et al.*, (2011) with the exception of $W_s = 0.008\lambda$ and $dr_x = 0.055\lambda$, which were defined after optimization and have presented the best overall results in the 1.25 GHz – 3 GHz band. In CHATTHA, HUANG, *et al.*, (2011) the wavelength was defined as $\lambda = 100$ mm (central frequency $f_c = 3$ GHz), but in this study it was adopted $\lambda = 162.05$ mm and, therefore, a central frequency of $f_c = 1.85$ GHz. The reason for this choice was the enhancement of the lower frequencies response. It must be observed that one of the parasitic element proposed in CHATTHA, HUANG, *et al.*, (2011) was not add to the proposed structure, since it was not observed a significant contribution to the antenna.

Once the initial model was validated, the antenna's design by insertion of slots in the planar element and the ground plane was initiated. A careful parametric study and optimizations were made and it was possible to obtain a reasonable model, which can be seen in the Figure 2, whose enhancements in the bandwidth are considerable.

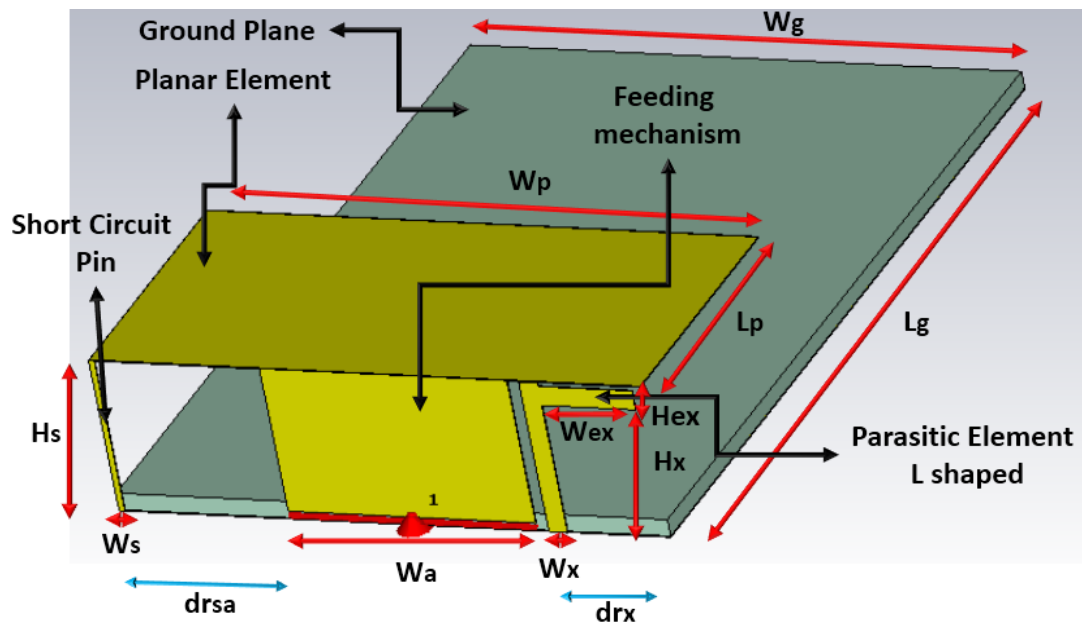


Figure 1 – Original Model as proposed by CHATTHA, HUANG, et al., (2011).

The modifications that presented the best results are: (i) Insertion of slots in the planar element and (ii) Removal of the FR4 Substrate. The inserted slots, A, B, and C, can be observed in the Figure 2. Lastly, the FR4 substrate was removed and the simulations has showed a substantial improvement. The final dimensions were organized in Table 1.

3 | RESULTS

For the original model, with $\lambda = 162.05$ mm, the operation frequency band observed was from 1.28 GHz to 2.29GHz. In the new model, the enhancement in the upper frequency to 2.83GHz was obtained, which represents an improvement of about 540 MHz in the bandwidth, i.e. a bandwidth enhancement of 53%, considering $VSWR < 2$.

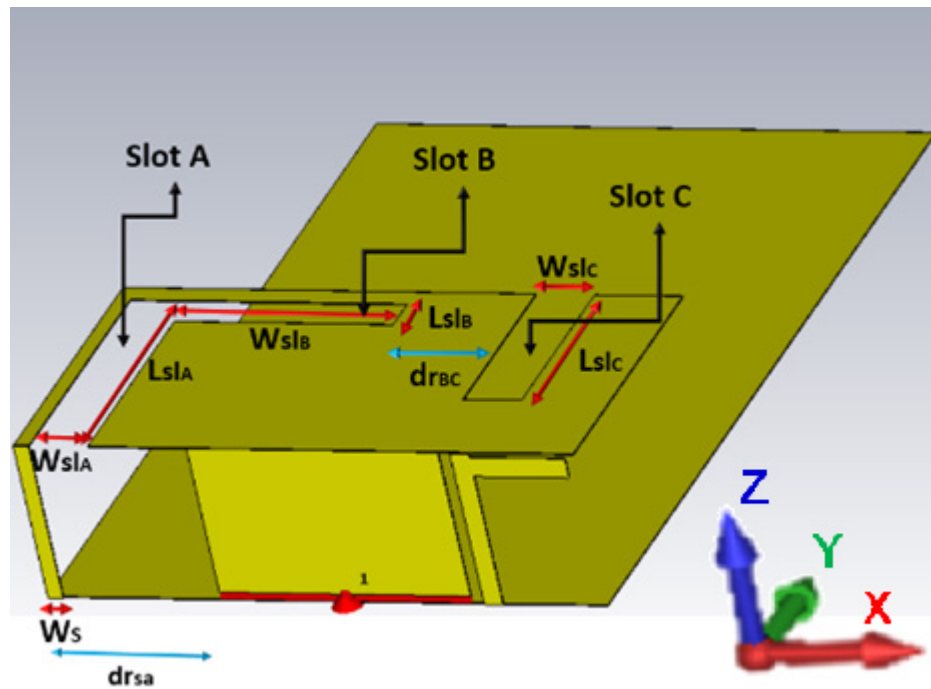


Figure 2 – Final model with the details of the slots and the FR4 substrate removal

Dimension	Value (mm)	Dimension	Value (mm)
W_{sl_A}	0.031λ	L_{sl_A}	0.136λ
W_{sl_B}	0.112λ	L_{sl_B}	0.019λ
W_{sl_C}	0.031λ	L_{sl_C}	0.098λ
W_s	0.008λ	dr_{SA}	0.055λ
dr_{BC}	0.038λ		

Table 1 – Dimensions for the Final Model

The first slot inserted, Slot A, has the effect of reducing the reflection coefficient and slightly enhancing the bandwidth at higher frequencies. The addition of the second slot, Slot B, creates a resonance frequency at various frequencies according to the values chosen, and it greatly increases the bandwidth. The addition of the third slot, Slot C, shifts the resonance frequency and further expand the operation intervals to higher frequencies. The removal of the FR4 substrate and the insertion of the slots greatly enhances the reflection coefficient. All the curves for the reflection coefficient's results of the original model and the proposed model with insertion of slots, and FR4 substrate removal were presented in the Figure 3.

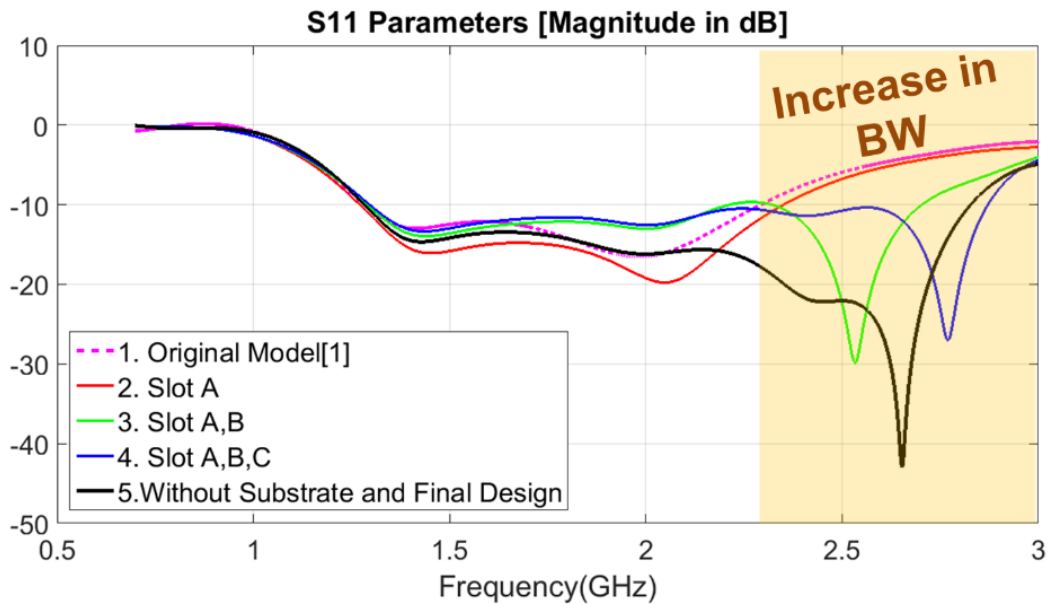


Figure 3 – Curves for simulated S11 Parameters

The maximum simulated gain over frequency band was analyzed in the models and it is presented in Figure 4. The new model has a great gain improvement in the frequencies up to about 1.8 GHz and a slight gain reduction above 2.2 GHz. Therefore, an equalized gain response was achieved. Looking at the S_{11} parameters these changes show that the slight gain reduction is accompanied with a greater reduction of the reflection coefficient value in the affected frequencies, i.e., a much better matching characteristic. These results are due to the many slots inserted, and consequentially, the reduction of conductive material, i.e., the radiation parts.

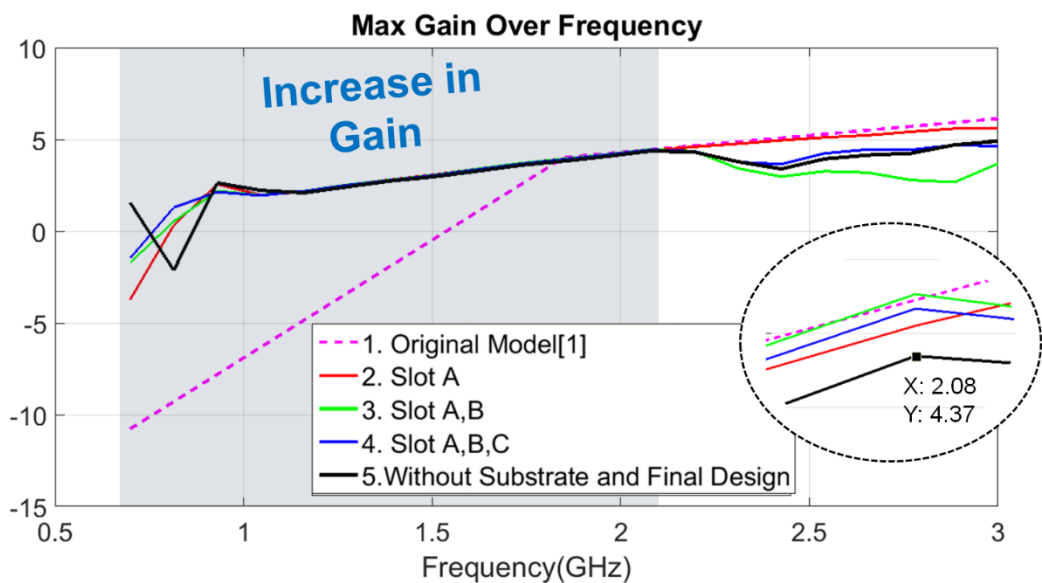


Figure 4 – Maximum simulated gain over frequency; for the analyzed models

The radiation pattern simulated is presented in Figure 5, a directional pattern was obtained in the azimuth plane whose Front to Back Ratio was 6.3 dB. Which is the expected result for the PIFA and therefore the changes did not impact on the radiation

pattern of the antenna.

4 | CONCLUSIONS

A good enhancement of the bandwidth, approximately 53% in comparison with the original model, and a great gain improvement in the frequencies up to 1.8 GHz and a slight reduction in the frequencies above 2.08 GHz was observed.

One possible application of this antenna is in GPS systems, as the bands L1, L3 and L4 are all within the range obtained for the PIFA with the reduction of its weight by substrate removal.

With these results, the objective is to keep expanding the bandwidth in order to obtain smaller operation frequencies and to keep the miniaturization of the antenna. The next step is to build a prototype made with copper plates sustained with an electromagnetic invisible material, such as Styrofoam, for structural support and to measure the antenna's parameters.

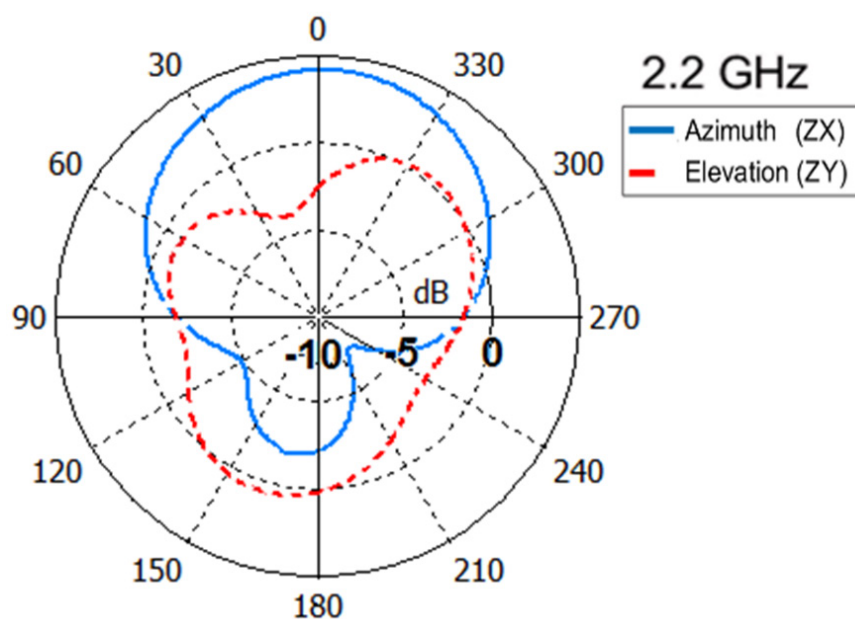


Figure 5 – Radiation pattern for the 2.2 GHz frequency for both the azimuth and the elevation plane

REFERENCES

CHATTHA, H. et al. **A Comprehensive Parametric Study of Planar Inverted-F Antenna.** *Wireless Engineering and Technology*, 3, n. 1, 2012. 1-11.

CHATTHA, H. T. et al. **Bandwidth enhancement techniques for planar inverted-F antenna.** *IET Microwaves, Antennas & Propagation*, 5, n. 15, 9 Dezembro 2011. 1872-1879.

PICHER, C. et al. **Analysis of the Human Head Interaction in Handset Antennas with Slotted Ground Planes.** *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, v. 54, n. 2, p. 36-59, Abril 2012.

RAY, J. A.; CHAUDHURI, S. R. B. **A review of PIFA technology.** Indian Antenna Week (IAW). Kolkata: [s.n.]. 2011. p. 1-4.

SAHU, L. K.; JYOTI, R. **Design and development of triple band U Slot PIFA antenna**. 2014 IEEE International Microwave and RF Conference (IMaRC). Bangalore: [s.n.]. 2014. p. 144-147.

TAGA, T. **Performance analysis of a built-in planar inverted F antenna**. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 5, n. 5, Junho 1987. 921-929.

SOBRE O ORGANIZADOR

Henrique Ajuz Holzmann - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-449-8



9 788572 474498