

Desenvolvimento de Arranjo de múltiplas antenas para aplicações de identificação

Idrys Henrique Leite Guedes

Clístenes Cristian de Carvalho

Hospital Universitário Alcides Carneiro (HUAC)

Campina Grande-PB, 10 de agosto de 2024

Introdução

O avanço das tecnologias de comunicação tem possibilitado a aplicação de sistemas de identificação mais precisos e eficientes em diversos setores, incluindo o hospitalar. Nesses ambientes, onde a implementação de sistemas de alta precisão e baixa interferência pode trazer benefícios significativos em eficiência operacional, a tecnologia Ultra Wide Band (UWB) surge como uma solução promissora para essas necessidades, oferecendo alta resolução espacial e capacidade de comunicação em frequências elevadas (LIU, L.; CHEUNG; YUK, 2015; MOKHTARI et al., 2017). O projeto visou desenvolver um arranjo de múltiplas antenas para faixas de frequência UWB, com aplicação específica na identificação de indivíduos para acionamento/desligamento automático de equipamentos elétricos ou eletrônicos nas dependências do hospital universitário, tendo em vista que a alta circulação de funcionários e estudantes, bem como a complexidade dos ambientes, demandam soluções eficazes para o controle de equipamentos e o gerenciamento de espaços, permitindo melhorar a eficiência energética, bem como reduzir o desgaste dos equipamentos e sobrecarga de profissionais.

Metodologia

Inicialmente foi realizado um estudo sobre leiautes de antenas com substrato dielétrico, para faixas de frequência UWB, porém rejeitando o espectro de frequência ISM (Industrial, Scientific and Medical), com o intuito de se evitar interferências. Foi utilizado o programa computacional HFSS (High Frequency Structure Simulator) para a caracterização numérica e o desenvolvimento da antena. Com a definição do leiaute base, foi desenvolvida uma antena com múltiplos elementos, ou seja, com mais de patch ressoador dividindo o mesmo substrato, devido essas características foi necessário realizar o estudo sobre métodos de isolamentos dos elementos da antena para evitar o fenômeno do acoplamento mútuo, após as análises computacionais e simulações foi feita a análise dos resultados obtidos.

A partir da antena desenvolvida e sua eficácia para identificação de pessoas demonstrada nas referidas simulações, o protótipo deveria ser capaz de perceber a presença de pessoas em um ambiente através de radiofrequência, portanto, sem qualquer uso de imagens dos indivíduos, possibilitando gerar informações para ligar ou desligar dispositivos eletrônicos, a exemplo de condicionadores de ar e computadores.

Resultados

O modelo da antena UWB foi desenvolvido com base em projetos anteriores (JERVASE-YAK; AL-SHAMSI, 2016; LIU, G.; LIU; GONG, 2017; LIU, L.; CHEUNG; YUK, 2015), utilizando substrato FR-4 por sua fácil aquisição e baixo custo. A antena foi projetada para cobrir a faixa de 3,1 a 10,6 GHz, ampliando a capacidade de sensoriamento como mostrado em (MOKHTARI et al., 2017), e evitando áreas usadas por Wi-Fi (5,725 a 5,825 GHz e 5,150 a 5,350 GHz), e com polarização cruzada.

Foi desenvolvida o desenho básico inicial da antena, com a utilização do software Ansys HFSS®, as dimensões foram otimizadas e simuladas, as dimensões finais são mostradas na Figura 1 e na Tabela 1.

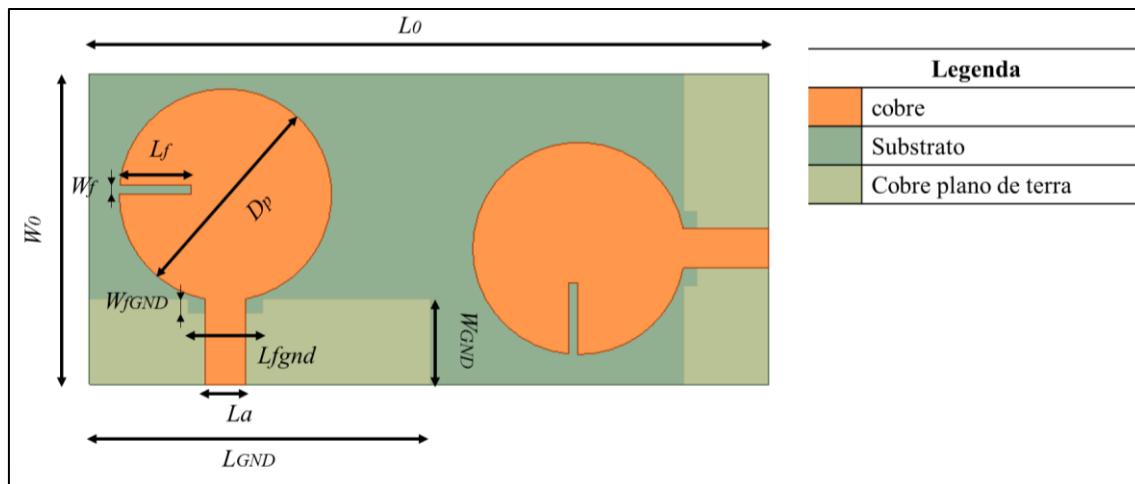


Figura 1 - Design da Antena

Tabela 1 - Dimensões da antena.

Dimensão	(mm)
W_0	27,000
L_0	59,000
h	1,600
L_{GND}	29,620
W_{GND}	7,380
L_a	3,450
W_{jGND}	1,190

Dimensão	(mm)
L_{fGND}	6,540
D_p	18,44
W_f	0,800
L_f	6,165

Após a otimização das dimensões, as primeiras simulações desenvolvidas foram realizadas, sem a utilização das fendas nos *patches* ressonadoras antenna, com o intuito de averiguar se a antenna projetada, atendia todo o espectro de frequência UWB, de 3,1 à 10,6 GHz. O resultado obtido é mostrado na Figura 2.

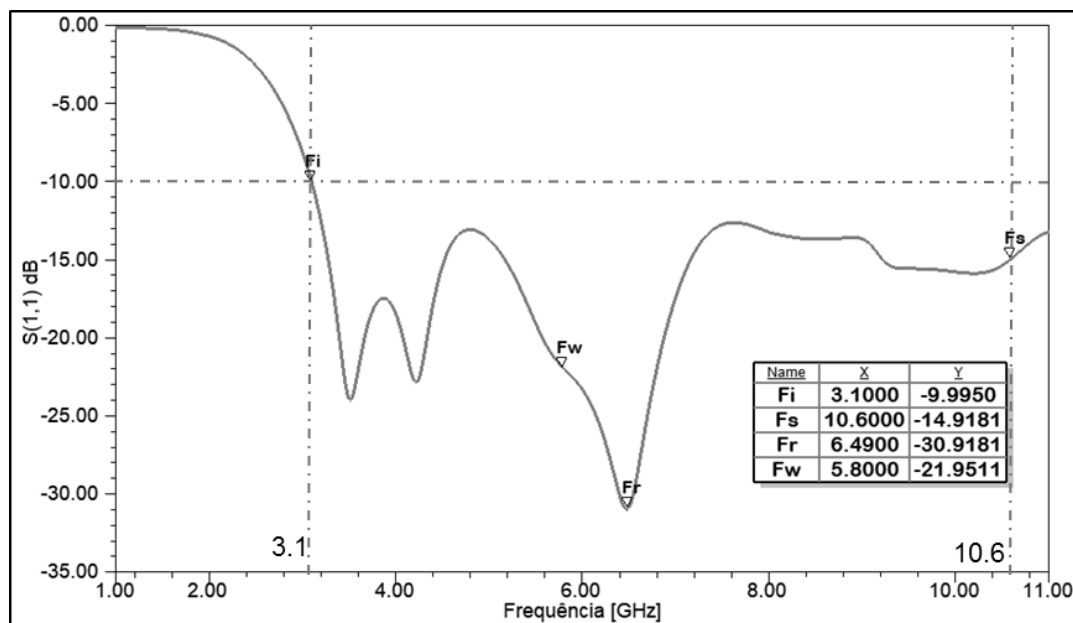


Figura 2 - S11 antenna sem fenda de rejeição de banda

Como pode ser observado na figura 2, a antenna simulada apresenta um elevado nível aproveitamento da faixa UWB, observando-se que os ponto “Fi” e “Fs” delimitam as frequências inferior e superior da faixa UWB com um valor correspondente inferior a -10 dB.

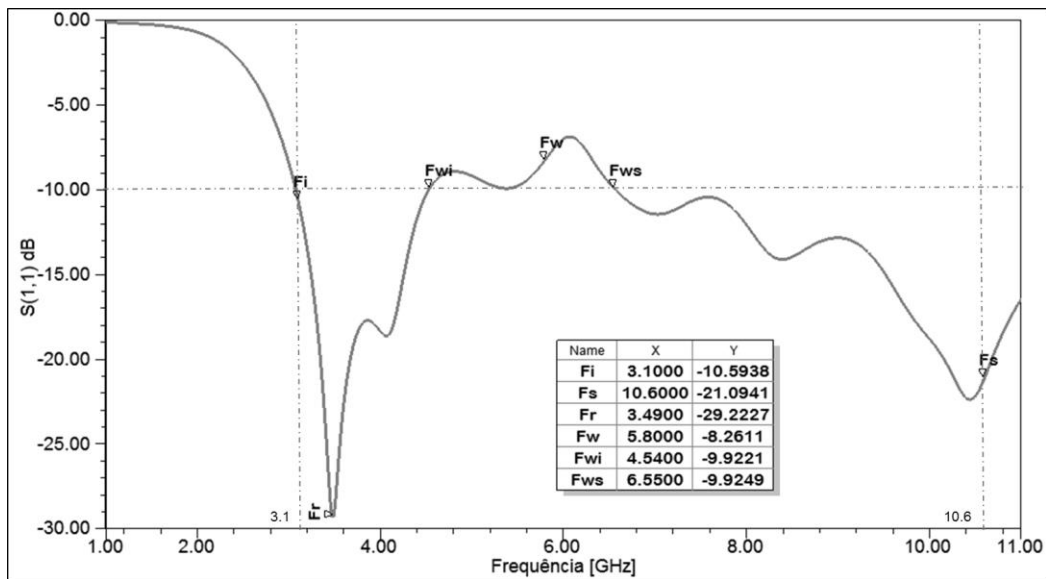


Figura 3 - S11 antena com fendas para rejeição de banda

Como pode ser observado na Figura , os valores de S11, para antena com fendas para rejeição de banda apresentou valores menores abaixo de -10 dB, para o limite inferior de frequência UWB, ponto “*Fi*”, 3,1 GHz e para o limite superior “*Fs*”, 10,6 GHz. As frequências “*Fwi*”, “*Fw*” e “*Fws*” apresentaram valores acima de -10 dB após a inserção das fendas para rejeição de banda. A Figura mostra o S21 da antena simulada.

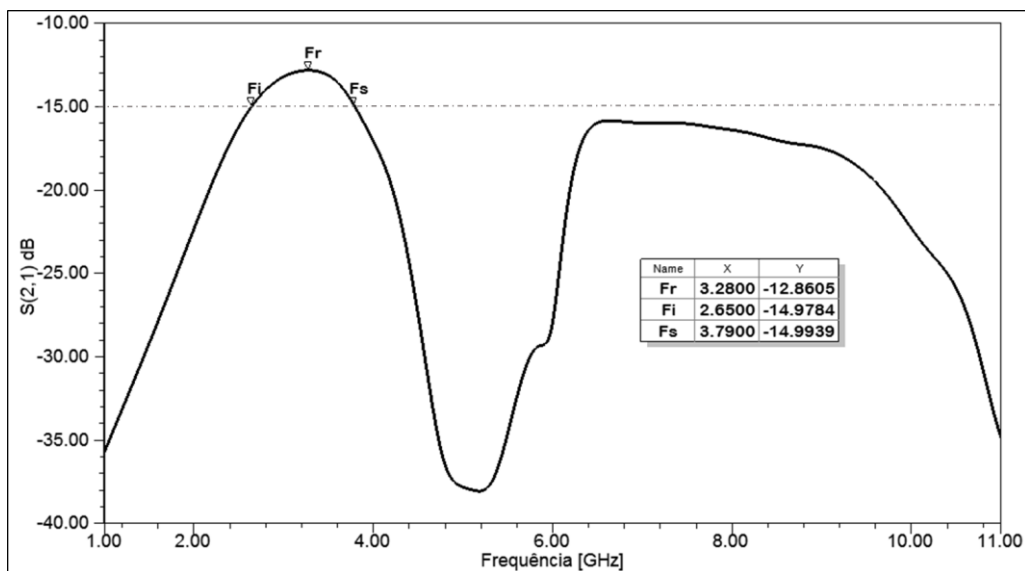


Figura 4 - S21 antena simulada.

Como pode ser observado na Figura 4, maior parte dos valores ficou abaixo de -15 dB, com exceção para as frequências “*Fi*” 2,65 GHz e “*Fs*” 3,79 GHz, com o menor

de S21 para a frequência “ F_r ” de 3,28 GHz. Na Figura são mostrados os diagramas de radiação na forma polar e tridimensional, podendo ser observado um ganho de até 3,51 dBi.

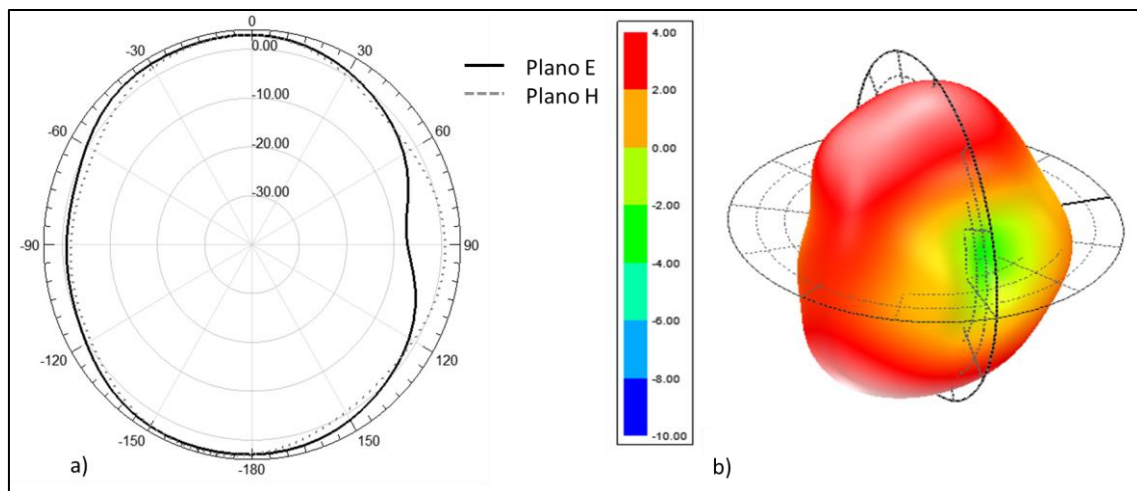


Figura 5 – Diagrama de radiação. a) representação polar, planos E e H. b) representação tridimensional.

Como pode ser observado na Figura , todos os valores de Coeficiente de Correlação de Envelope, (ECC), utilizado para se encontrar a correlação entre os sinais recebidos pela antena (KHAN et al., 2017), ficaram dentro do limite tolerado de até 0,5, sendo o maior valor de ECC encontrado no marcador “M”, indicado na figura, para a frequência de 2,36 GHz.

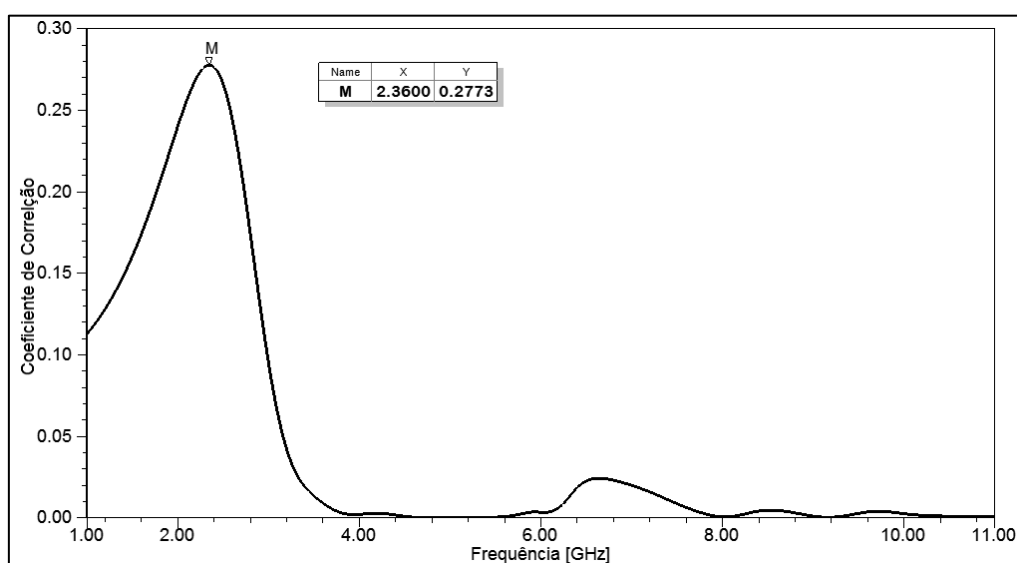


Figura 6 – Coeficiente de Correlação de Envelope.

Como é mostrado na Figura , os valores para o Ganho de Diversidade, obtidas na simulação da antena, mostraram-se com um desempenho satisfatório, tendo em vista que a frequência que apresentou desempenho mais baixo em relação aos demais foi para 2,36 GHz, exatamente a mesma frequência que apresentou maior valor do coeficiente de correlação de envelope.

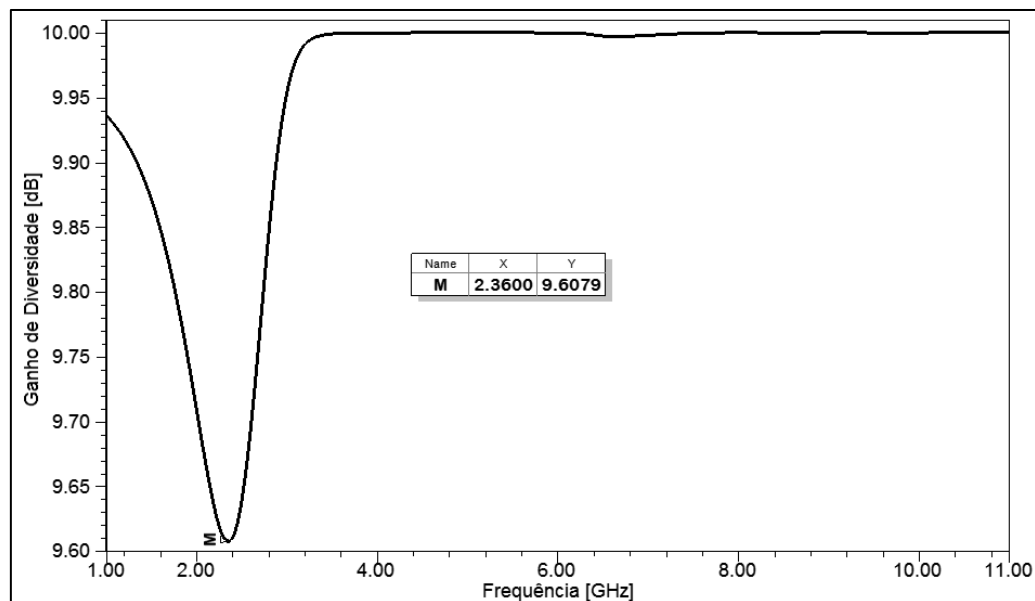


Figura 7 – Ganho de Diversidade antena simulada

Discussão

Em comparação com outros trabalhos na literatura, o sistema proposto se destaca pela sua capacidade de operar eficientemente na faixa UWB, ao mesmo tempo em que evita interferências na faixa ISM, algo que é frequentemente um desafio em ambientes hospitalares. Este desempenho superior é atribuído à combinação de um design de antena inovador com a utilização de técnicas avançadas de rejeição de banda.

Além disso, o trabalho realizado contribui significativamente para o campo das comunicações em ambientes hospitalares, ao oferecer uma solução que não apenas melhora a identificação e o gerenciamento de recursos, mas também tem o potencial de ser integrada com outras tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT).

No entanto, o projeto também apresentou desafios consideráveis. Um dos principais desafios foi a necessidade de equilibrar a simplicidade do design com a complexidade das técnicas de rejeição de banda, garantindo que a antena fosse tanto

eficaz quanto economicamente viável. Além disso, a complexidade intrínseca do tema exigiu uma compreensão aprofundada dos conceitos envolvidos, o que foi superado através de uma abordagem de aprendizado contínuo e da colaboração com especialistas na área.

Conclusão

O desenvolvimento do arranjo de múltiplas antenas para aplicações de identificação em ambientes hospitalares alcançou os objetivos propostos, resultando em um sistema eficaz, economicamente viável e de fácil implementação. A antena projetada opera eficientemente na faixa UWB, garantindo comunicação de alta qualidade e minimizando interferências, especialmente nas faixas ISM de 5 GHz, tornando possível seu uso proposto em ambiente hospitalar.

As próximas etapas do trabalho incluem a validação experimental do design para confirmar os resultados obtidos em simulação, e a otimização do sistema para diferentes contextos operacionais. Além disso, a integração com tecnologias emergentes, como IoT, representa uma área promissora para futuras pesquisas, ampliando as possibilidades de aplicação do arranjo de antenas em uma variedade de cenários.

Referências

JERVASE-YAK, J.; AL-SHAMSI, A. H. MIMO Antenna for UWB Communications. *International Journal of Communications, Network and System Sciences*, v. 09, n. 05, p. 177–183, 2016.

KHAN, A. A. *et al.* Design of a dual-band MIMO dielectric resonator antenna with high port isolation for WiMAX and WLAN applications. *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, v. 27, n. 2, p. 65–73, 2017.

LIU, G.; LIU, Y.; GONG, S. Compact uniplanar UWB MIMO antenna with band-notched characteristic. *Microwave and Optical Technology Letters*, v. 59, n. 9, p. 2207–2212, set. 2017.

LIU, L.; CHEUNG, S. W.; YUK, T. I. Compact MIMO Antenna for Portable UWB Applications With Band-Notched Characteristic. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, v. 63, n. 5, p. 1917–1924, 28 maio 2015. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/7047684/>>.

MOKHTARI, G. *et al.* Non-Wearable UWB Sensor for Human Identification in Smart Home. *IEEE Sensors Journal*, v. 17, n. 11, p. 3332–3340, 2017.