



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA - UNIPAMPA
CADASTRO DE PROJETO INSTITUCIONAL



Dados do Projeto

Número de Registro:	2023.PE.AL.2063	Código:	2063
Coordenador:	Marcos Vinicio Thomas Heckler	Controle:	63564
Área:	Pesquisa	Unidade Origem:	CAMPUS ALEGRETE
Modalidade:	Projeto de Pesquisa	Telefone:	Não consta
Título:	Sistema para Navegação Autônoma para Monitoramento Ambiental com Suporte de GNSS		
Execução:	De 27/03/2023 a 31/08/2026	Nº de Registro no SIPPEE:	Não consta
Autoriza Publicação Resumo:	Sim	Área de Conhecimento:	Engenharias
Grupo de Pesquisa:	Laboratório de Eletromagnetismo, Micro-Ondas e Antenas - LEMA	Possui interação com o setor produtivo:	Não
Cooperação interinstitucional dentro do país:	Sim	Cooperação interinstitucional fora do país:	Sim
Palavras-chave:	Sistemas de Posicionamento Global / Monitoramento Ambiental / Navegação Autônoma / Radiocomunicação para Aplicações Navais		

Resumo do Projeto

O presente projeto propõe o desenvolvimento de um sistema de navegação autônoma para aplicações de monitoramento ambiental. A navegação autônoma será viabilizada através do emprego de sistemas globais de navegação via satélite (do inglês, global navigation satellite system - GNSS) de elevadas precisão e confiabilidade. Estas características serão obtidas com o emprego de técnicas de apontamento dinâmico de feixe (do inglês, beamforming) e redes de antenas, com o intuito de compensar eletronicamente o movimento da embarcação típico do ambiente marítimo e mitigar possíveis interferência ou spoofing, que são possíveis ameaças a estratégias de e-navigation da Organização Marítima Internacional (IMO). Adicionalmente, um sistema para transmissão de dados meteorológicos e da telemetria da embarcação será projetado. Este sistema de comunicação deverá transferir os dados coletados por uma rede de sensores meteorológicos instalados na embarcação. Para cada sistema citado acima, uma rede de antenas será projetada e protótipos serão fabricados, para fins de prova de conceito e de precisão. A validação experimental das antenas será realizada com o emprego da infraestrutura já disponível no Laboratório de Eletromagnetismo, Micro-Ondas e Antenas (LEMA) da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) e do Laboratório de GPS/GNSS do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Introdução e Justificativa

Ao longo da História, muitas foram as ações de diferentes povos que provocaram degradação do meio ambiente. Em grande parte, isso se deveu à falta de conhecimento e de informações acerca da qualidade da água do mar e da atmosfera. Este processo foi acentuado no final do século XVIII com o início da Revolução Industrial. Mais recentemente, houve um aumento na consciência ecológica não só dos governos, mas também da população em geral, fato este que estimulou o monitoramento constante dos diversos parâmetros ambientais. Para um diagnóstico preciso das condições ambientais, faz-se necessária uma abrangente e contínua coleta de dados meteorológicos. Isto é possível através da amostragem de diversas grandezas, como temperatura, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento, e índice de radiação ultravioleta. Tal procedimento é normalmente realizado com a instalação de plataformas de coleta de dados (PCDs), o que é facilmente possível em terra. Em alto-mar, a instalação de PCDs em bóias marítimas torna-se mais complicada, pois sua instalação e manutenção exigem uma logística bem mais elaborada. Como alternativa a essas PCDs de posição fixa, podem-se empregar embarcações de pequeno porte com os diversos sensores a bordo e com navegação autônoma. Tais plataformas possibilitam a amostragem de grandezas ambientais em uma dada área de abrangência em um intervalo de tempo definido, desde que sua rota de navegação possa ser previamente programada. Como principais vantagens desta abordagem, destaca-se a não exposição de riscos à vida humana em ambiente marítimo ou a condições meteorológicas adversas, além da possibilidade de viabilizar sua manutenção de maneira mais facilitada. Para que haja confiabilidade no monitoramento ambiental, a amostragem das grandezas deve ser realizada de maneira precisa, o que inclui o conhecimento da posição geográfica em que a coleta foi realizada com elevada exatidão. Neste aspecto, os receptores comerciais e de baixo custo não se enquadram nesta aplicação. Além disso, tais sistemas normalmente não são robustos a interferências externas. A precisão do posicionamento e a robustez do sistema com um todo podem ser elevadas com o emprego de uma rede de antenas para sistemas globais de navegação via satélite (do inglês, global navigation satellite system - GNSS) aliada a técnicas de conformação de feixe (do inglês, beamforming). Tal tecnologia ainda é incipiente no País, razão pela qual pretende-se desenvolvê-la nesta proposta. Para permitir a transmissão dos dados coletados para uma embarcação de maior porte ou para uma estação em terra firme, esta proposta sugere o emprego de uma iniciativa já em desenvolvimento na Universidade Federal do Pampa, que emprega um transceptor embarcado em um balão estratosférico, que será utilizado para recepção e retransmissão de sinais em UHF. Tal conceito demanda o emprego de um sistema de transmissão de dados e de telemetria a partir da embarcação autônoma. Este sistema (transmissor e antenas) também será foco do desenvolvimento da atual proposta.

Objetivos

Objetivo geral:

Desenvolver, construir e caracterizar experimentalmente antenas para receptores GNSS confiáveis e para um sistema de transmissão de dados e de telemetria a estações de controle em terra firme.

Objetivos específicos:

Estudar técnicas de beamforming e sua respectiva implantação com baixa complexidade para aplicação em redes de antenas;

Projetar antenas para GNSS e para telemetria;

Projetar circuitos receptores para sinais GNSS e transmissores para telemetria em UHF;

Projetar, construir e caracterizar experimentalmente protótipos para demonstração da tecnologia desenvolvida;

Formação de recursos humanos de alto nível através da orientação de dissertações de mestrado, de trabalhos de iniciação científica e de monografias de conclusão de curso de graduação;

Publicação de artigos científicos, com vistas à divulgação científica junto à Comunidade Científica e ao público em geral.

Materiais e Métodos

Com o intuito de contribuir com o desenvolvimento do setor naval do País, serão desenvolvidas antenas GNSS e para telemetria e transmissão de dados, conforme detalhado abaixo.

Etapa 1 - Revisão bibliográfica:

A execução do projeto será iniciada com uma revisão bibliográfica sobre técnicas de conformação de feixe e geometrias de antenas GNSS.

Etapa 2 - Antenas GNSS:

As antenas GNSS serão desenvolvidas considerando-se a possibilidade de recepção de sinais dos diversos sistemas disponíveis, tais como os sistemas GPS, o russo GLONASS, o europeu GALILEO e o chinês Beidou. Serão consideradas duas estratégias de projeto: antenas com característica faixa larga e antenas dupla-faixa. Será dada prioridade à última, uma vez que esta permite mitigar os efeitos de interferência fora das bandas GNSS. Tanto a versão faixa larga quanto a dupla-faixa objetivam a recepção de sinais GNSS em diferentes bandas, para viabilizar compensação de imprecisões devido a fenômenos ionosféricos, visando melhorar a precisão do posicionamento da embarcação.

Etapa 3 - Algoritmos para beamforming:

A antena GNSS projetada na etapa 3 deverá ser empregada para testar técnicas de beamforming. Entre outros aspectos, será avaliada a capacidade de apontamento de feixe inicialmente operando-se com faixa simples (L1). Dependendo do andamento das atividades do projeto, o processamento de sinais com duas bandas poderá ser considerado.

Etapa 4 - Antenas para telemetria:

As antenas destinadas ao enlace de telemetria serão projetadas para UHF. Para viabilizar o teste de transmissão de dados e de telemetria, sensores de grandezas meteorológicas deverão ser empregados. Os dados coletados deverão ser gerenciados por um dispositivo digital que permita a programação de um rádio definido por software (SDR). O canal de transmissão entre o SDR e a antena de telemetria também deverá ser projetado. A faixa de UHF foi escolhida em função de já haver uma iniciativa na UNIPAMPA para o projeto de um retransmissor a ser embarcado em um balão estratosférico, que operará como retransmissor entre a embarcação e uma estação terrestre.

Etapa 5 - Projeto dos circuitos de RF:

Ambos os sistemas descritos acima necessitam de circuitaria de radiofrequência (RF) para recepção de sinais GNSS e transmissão dos dados ambientais coletados. O projeto de canais de recepção de sinais GNSS será realizado com vistas a elevar a razão sinal-ruído e, posteriormente, realizar a translação para frequência intermediária, permitindo a digitalização e o processamento digital dos sinais recebidos. O circuito transmissor em UHF também será desenvolvido nesta etapa do projeto.

Etapa 6 - Caracterização experimental:

Nesta etapa, as antenas e os circuitos de RF deverão ser construídos. Para a fabricação das antenas, laminados de baixas perdas deverão ser empregados.

Etapa 7 - Documentação:

A etapa de documentação engloba todas as atividades de divulgação do projeto e dos resultados alcançados, além da elaboração do relatório final.

Resultados Esperados

Os resultados e produtos esperados com a execução deste projeto são:

- Elevação da produção científica de todos os pesquisadores que compõem a proposta: espera-se a publicação de artigos em eventos científicos de abrangência internacional, além de publicações em periódicos indexados. Uma vez que um dos objetivos específicos desta proposta é a formação de recursos humanos especializados, dissertações de mestrado e monografias de conclusão de curso também deverão ser elaboradas ao longo da execução do projeto.

- Inovação: espera-se a obtenção de uma nova topologia para antenas GNSS com capacidade de beamforming e de novos projetos de circuitos integrados em RF.

- Demonstrador de tecnologia: Com a integração de todos os sistemas, espera-se a concepção de um demonstrador prático de uma antena inteligente (smart antenna).

- Formação de recursos humanos: os recursos solicitados no projeto possibilitarão a aquisição de materiais e equipamentos a serem empregados para realização de trabalhos de pesquisa em nível de graduação e de pós-graduação. Desta forma, espera-se elevação da qualidade da formação de recursos humanos em áreas vitais ao desenvolvimento do País, tais como Telecomunicações, Microeletrônica e Processamento de Sinais.

Relação Ensino, Pesquisa, Extensão

As atividades desenvolvidas deverão complementar a formação acadêmica recebida nas disciplinas de Eletromagnetismo Aplicado, Ondas e Linhas, Micro-Ondas e Antenas do curso de graduação em Engenharia de Telecomunicações da UNIPAMPA.

Aderência às áreas de Tecnologias Prioritárias do MCTI

Área de produção: Setor de Comunicações.

Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável: Preservação Ambiental.

Geração de Resíduos

Não se aplica

Referências

[1] E. R. Schlosser et al., "Synthesis of linear antenna arrays for radio base stations," 2013 IEEE Antennas and Propag. Soc. Int. Symp., Jul. 2013, pp. 600-601.

[2] D. L. Lemes et al., "A low-cost modular transmit Front-End with analog beamforming capability," 2017 SBMO/IEEE MTT-S Int. Microw. and Optoelect. Conf., Ago. 2017.

[3] M. V. T. Heckler et al., "Dual band antenna, in particular for satellite navigation applications." United States Patent and Trademark Office, no. 8810470. Depósito: 28/01/2010; Concessão: 19/08/2014.

[4] E. R. Schlosser et al., "Synthesis and implementation aspects of linear antenna arrays with shaped radiation pattern for mobile

communications," IET Microw., Antennas & Propag., vol. 10, pp. 442-452, 2016.

[5] R. L. Farias et al., "Dual-Port Dual-Wideband annular slot antenna with stable unidirectional pattern." J. Microw., Optoelec. and Electromag. Appl., vol. 17, pp. 158-172, 2018.

[6] M. P. Magalhães, Design and analysis of an antenna array system for communication using high-altitude platforms. Dissertação, UNIPAMPA, 2017.

[7] D. L. Lemes, A study of beamforming and beamshaping techniques for uniformly and non-uniformly spaced arrays. Dissertação, UNIPAMPA, 2018.

[8] L. A. Greda et al., "Beamsteering and beamshaping using a linear antenna array based on particle swarm optimization," IEEE Access, v. 7, pp. 141562-141573, 2019.

[9] A. F. Tinoco S. et al., "CYLINDRICAL: an effective CAD package for designing probe-fed rectangular microstrip antennas conformed onto cylindrical structures," IEEE Antennas and Propag. Mag., 50, No. 1, pp. 164-169, Feb. 2008.

[10] L. A. Greda et al., "An active phased array for mobile satellite communication at Ka-band in LTCC technology," 2009 IEEE Antennas and Propag. Soc. Int. Symp., Jun. 2009.

[11] A. Stark et al., "SANTANA: advanced electronically steerable antennas at Ka-band," 3rd Eur. Conf. on Antennas and Propag., pp. 471-478. Mar. 2009.

[12] M. P. Magalhães et al., "Design and analysis of microstrip antenna arrays for meteorological nano-satellites for UHF uplink," 2014 Int. Telecomms. Symp., São Paulo, 2014.

[13] M. V. T. Heckler et al., "Development of robust safety-of-life navigation receivers," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 59, pp. 998-1005, 2011.

[14] M. V. T. Heckler et al., "Dual-band antenna with highly isolated outputs for global navigation satellite systems receivers," IET Microw., Antennas & Propag., vol. 6, pp. 1381-1388, 2012.

[15] J. M. Cebrián et al., "ADIBEAM: Design and experimental validation of a robust beamforming platform for Galileo reference ground stations," 5th ESA Workshop on Sat. Nav. Tech., Dez. 2010.

[16] M. V. T. Heckler et al., "Design of circularly polarized annular slot antennas for satellite navigation systems", 7th Eur. Conf. on Antennas and Propag., Abr. 2013, pp. 361-365.

[17] E. Yoshimoto et al., "Optimization of antenna arrays installed on non-conductive unmanned aerial vehicle." IET Microw. Antennas & Propag., v. 12, pp. 2292-2300, 2018.

[18] E. Yoshimoto et al., "Optimization of Planar Antenna Arrays Using the Firefly Algorithm," J. Microw., Optoelec. and Electromag. Appl., v. 18, pp. 126-140, 2019.

[19] A. M. Engroff et al., "ASIP development of a real-time control module for a retrodirective antenna array," AEÜ " Int. J. of Electron. and Comm., v. 109, pp. 31-42, 2019.

[20] R. L. Farias et al., "Axial Ratio Enhancement of a Single-Layer Microstrip Reflectarray," IEEE Antennas and Wireless Propag. Lett., v. 18, pp. 2622-2626, 2019.

[21] E. R. Schlosser et al., "Entire-domain basis function with segmented edge condition applied for scattering structures." J. Microw., Optoelec. and Electromag. Appl., v. 20, p. 526-541, 2021.

[22] J. M. Vieira, M. V. T. Heckler, "Analysis of via-fed cylindrical dielectric resonator antennas." Microw. and Optic. Tech. Lett., v. 62, p. 3905-3910, 2020.

Possui Bolsistas

Não, mas vou pleitear em alguma chamada

Unidades e Cursos

Unidade	Curso
Campus Alegrete	Engenharia de Telecomunicações (ALET)
Campus Alegrete	Mestrado em Engenharia Elétrica (ALMEE2)

Equipe Executora

Nome	E-mail	Tipo	Função	CH Semanal	Período Participação
Alexis Fabricio Tinoco-salazar	atinoco.salazar@gmail.com	Colaborador Externo	Pesquisador	1	De 27/03/2023 a 31/08/2026
Edson Rodrigo Schlosser	edsonschlosser@unipampa.edu.br	Docente	Pesquisador	1	De 27/03/2023 a 31/08/2026
Felix Antreich	fean@ita.br	Colaborador Externo	Pesquisador	1	De 27/03/2023 a 31/08/2026
Lucas Compassi Severo	lucassevero@unipampa.edu.br	Docente	Pesquisador	1	De 27/03/2023 a 31/08/2026
Lucas Santos Pereira	lucaspereira@unipampa.edu.br	Docente	Pesquisador	1	De 27/03/2023 a 31/08/2026
Marcos Vinicio Thomas Heckler	marcosheckler@unipampa.edu.br	Docente	Coordenador	1	De 27/03/2023 a 31/08/2026

Parcerias

Instituição	Descrição	Número do Convênio
Escola Superior Politécnica deChimborazo (ESPOCH)	A parceria será realizada com trabalho conjunto do Prof. Alexis Fabricio Tinoco-Salazar. Ele realizará atividades de análise e projeto de antenas de navegação e comunicações.	
Instituto Tecnológico de Aeronáutica	A parceria será realizada com trabalho conjunto do Prof.Felix Antreich. Ele realizará atividades relativas à análise de sinais de GNSS e implementação de técnicas de beamforming.	

Cronograma

Data Início	Data Fim	Atividade	Carga Horária	Local	Membros
27/03/2023	30/09/2023	Revisão bibliográfica		LEMA	Alexis Fabricio Tinoco-salazar, Edson Rodrigo Schlosser, Felix Antreich, Lucas Compassi Severo, Lucas Santos Pereira, Marcos Vinicio Thomas Heckler
01/07/2023	30/06/2024	Antenas GNSS		LEMA	Alexis Fabricio Tinoco-salazar, Edson Rodrigo Schlosser, Lucas Santos Pereira, Marcos Vinicio Thomas Heckler
01/07/2023	30/06/2024	Antenas para telemetria		LEMA	Alexis Fabricio Tinoco-salazar, Edson Rodrigo Schlosser, Marcos Vinicio Thomas Heckler
01/04/2024	30/09/2024	Algoritmos para beamforming		LEMA	Felix Antreich, Lucas Santos Pereira, Marcos Vinicio Thomas Heckler
01/04/2024	30/09/2024	Projeto de circuitos de RF		LEMA	
01/07/2025	31/12/2025	Caracterização experimental		LEMA	Alexis Fabricio Tinoco-salazar, Edson Rodrigo Schlosser, Felix Antreich, Lucas Compassi Severo, Lucas Santos Pereira, Marcos Vinicio Thomas Heckler
01/11/2025	31/08/2026	Documentação		LEMA	Marcos Vinicio Thomas Heckler

Pareceres Solicitados

Parecer
Não necessita parecer

Dados do Fomento

Código	Agência de Fomento	Edital	Total Fomento (R\$)
461	CNPq	Chamada CNPq-FNDCT-MCTI nº 14/2022 - Faixa B	R\$ 405.700,00

Planejamento de Despesas

Despesas de Custeio	Opção	Valor Estimado (R\$)	Fonte de Financiamento	Especificações
Auxílio a Estudantes (Bolsas)	Necessita	10.000,00	Sem Fonte de Financiamento	
Diárias	Já Possui	30.700,00	Fomento Aprovado	
Passagens	Já Possui	40.000,00	Fomento Aprovado	
Material de Consumo	Já Possui	85.000,00	Fomento Aprovado	
Serviços de Terceiros (Pessoa Física)	Não Necessita	0,00		
Serviços de Terceiros (Pessoa Jurídica)	Já Possui	20.000,00	Fomento Aprovado	
Outros	Não Necessita	0,00		
Total		185.700,00		

Despesas de Capital	Opção	Valor Estimado (R\$)	Fonte de Financiamento	Especificações
Equipamentos e Material Permanente	Já Possui	230.000,00	Fomento Aprovado	

Total Geral de Despesas (R\$): **415.700,00**

Alternativas caso a fonte de financiamento não se confirme: Conforme informado em outra aba, o projeto já possui apoio financeiro aprovado pelo CNPq.

Documento gerado por: Marcos Vinicio Thomas Heckler **Data/Hora:** 11/05/2023 às 17:22:46