

XXIII SIGE

Wednesday, September 29, 2021

8:00AM - 9:00AM

Sessão Técnica I - Suporte ao Planejamento Estratégico - Chair: Mischel Carmen Neyra Belderrain

Compondo um melhor acordo de compensação por meio do Value-Focused Thinking

Frederico Fowler, João Possamai, Leandro Santos, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Mischel Carmen Neyra Belderrain, *ITA, Brazil*

Leila Abuabara, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*.

Abstract. Geralmente chamado de offset, um acordo de compensação é exigido pelo governo de muitos países em contrapartida a uma importação na área de Defesa. Atuando no mercado global, a EMBRAER planeja e oferece tais compensações, tendo bastante liberdade na seleção de seu conteúdo. Buscando composições que melhor se adequem aos clientes e à organização, estruturou-se o contexto decisório à luz do Value-Focused Thinking, o que permitiu a identificação e a hierarquização dos objetivos a serem atingidos, possibilitando avaliar as decisões dos stakeholders em função do atendimento a estes. O processo como um todo criou caminhos para a empresa compor melhores acordos que atendam tanto às expectativas dos clientes quanto às restrições e anseios dos setores internos.

Ranqueamento de drones de Guerra Eletrônica para a Marinha do Brasil por meio do método híbrido AHP-TOPSIS-2N

Arthur Costa, José Victor de Pina Corriça, *Marinha do Brasil, Brazil*

Edgard Alves, *Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, Brazil*

Sérgio Maêda, *Universidade Federal Fluminense, Brazil*

Luiz Teixeira, *CASNAV, Brazil*

Carlos Francisco Simões Gomes, *UFF, Brazil*

Igor Costa, *Universidade Federal Fluminense, Brazil*

Marcos dos Santos, *Instituto Militar de Engenharia (IME), Brazil*.

Abstract. Este trabalho tem como objetivo selecionar o melhor drone de Guerra Eletrônica (GE) a ser adquirido pela Marinha do Brasil (MB), com o método AHP-TOPSIS-2N, um método multicritério híbrido composto pelos métodos Analytic Hierarchy Process (AHP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). A aplicação da metodologia resultou em duas listas de ordenação e priorização de drones, proporcionando transparência e simplicidade ao processo de tomada de decisão. Foram analisados nove modelos, considerando drones de GE utilizados pelas Forças Armadas de países desenvolvidos, à luz de seis critérios operacionais, táticos e econômicos. Após a aplicação do método, o MQ-9 Reaper foi selecionado como o drone mais adequado a ser adquirido pela MB. Este estudo traz valiosa contribuição à academia e a sociedade, pois representa a aplicação de um método de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) no estado da arte para apoiar o processo decisório em um problema real.

Proposta de modelo para avaliação de capacidades no contexto do PBC

Roberto Gomes, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*.

Abstract. Este trabalho apresenta uma proposta de modelo de avaliação das capacidades no contexto do Planejamento Baseado em Capacidades (PBC). O PBC é uma metodologia de planejamento estratégico, que traduz as orientações político-estratégicas em prioridades de defesa. Considera cenários prospectivos, onde são mapeadas as possíveis atuações do poder militar, que devem ser suficientemente organizados em capacidades que cumpram metas. Essas capacidades são avaliadas, os gaps e excessos são mapeados e opções de desenvolvimento são propostas considerando as restrições orçamentárias, os riscos e as prioridades de defesa. A proposta fundamenta-se no Multicriteria Decision Aid Constructivist (MCDA-C) e no Value-Focused Thinking (VFT) para estruturar o problema, identificar a rede de objetivos e critérios de avaliação de desempenho de uma capacidade, com foco no elemento de Força. Para validar o modelo serão usadas situações hipotéticas e o modelo será submetido à especialistas. Palavras-Chave: PBC, VFT, MCDA-C.

Proposta de Framework para Seleção de Portfólio de Projetos utilizando Value-Focused Thinking e Otimização com Agregação de Inter-relacionamentos entre Projetos

Gustavo Vieira, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Mischel Carmen Neyra Belderrain, *ITA, Brazil*.

Abstract. O presente trabalho apresenta uma proposta de framework para seleção de portfólio ótimo das organizações incorporando o inter-relacionamento entre projetos. É utilizado o método Value-Focused Thinking (VFT) e um modelo de otimização. A motivação para a utilização do VFT e a necessidade de integrar os relacionamentos entre projetos, na seleção de portfólio, são apresentadas com base em revisão da literatura. Por fim, o sequenciamento das etapas do framework proposto é apresentado, identificando suas diferenças das abordagens tradicionais existentes na literatura para seleção de Portfólio de Projetos.

8:00AM - 9:00AM

Sessão Técnica II - Localização de Infraestruturas e Custos de Operação - Chair: Mauri Oliveira

Identificação de Aeródromos para Cobertura de Rotas Ilícitas Priorizadas em Missões de Interceptação Aérea

Mauro Silva, *PPGAO-ITA, Brazil*

Ygor de Souza, *Instituto de Tecnologia da Aeronáutica, Brazil*.

Abstract. O tráfico internacional de entorpecentes, problemática constante na sociedade brasileira, exige dos órgãos governamentais o aprimoramento de capacidades operativas, racionalização de recursos e expansão do potencial repressivo. Nesse contexto, estudos no campo da Pesquisa Operacional, no âmbito da Força Aérea Brasileira, ganham destaque no desenvolvimento de técnicas para aumentar a efetividade das ações de combate aos ilícitos transfronteiriços. Este estudo tem como objetivo modelar um Problema de Localização de Máxima Cobertura, identificando aeródromos de apoio às aeronaves A-29 Super Tucano, de modo a priorizar a cobertura de rotas ilícitas simuladas com as maiores probabilidades de ocorrência. Por meio de um Método Exato e um Método Heurístico, chegou-se à constatação de que 3 aeródromos de apoio seriam suficientes para proporcionar a cobertura de 76,66% das rotas suspeitas, sendo, pois, as rotas cobertas consideradas as com maiores potenciais de combate ao tráfico de ilícitos na região abordada pelo estudo.

Uma Abordagem Multicritério para o Problema de Localização da Comissão de Aeroportos da Região Amazônica

Thales Meier, *Força Aérea Brasileira, Brazil*

Rentata Mori, *Academia da Força Aérea, Brazil*.

Abstract. A Comissão de Aeroportos da Região Amazônica (CO-MARA) tem como missão projetar, construir e recuperar aeroportos em regiões inóspitas e de difícil acesso da Amazônia Legal. Para tanto, grandes quantidades de ma-teriais, equipamentos e recursos humanos são deslocados para os diversos canteiros de obras a partir de sua sede e/ou destacamentos. Entretanto, devido às características geográficas, climáticas e de infraestrutura da região, bem como à tendência de mudança na localização geográfica de suas obras, a Comissão enfrenta grandes desafios logís-ticos. Uma possibilidade para minimizar os esforços logís-ticos da COMARA é a análise de alternativas de localiza-ção para sua sede e destacamentos de forma estratégica. Para tanto, este artigo fez uso do Analytic Hierarchy Pro-cess (AHP), por meio do qual foi possível indicar que a mudança da sede da organização para Manaus, com a criação de um destacamento em Belém, é a melhor dentre as três alternativas analisadas.

Disponibilidade Versus Custos de Suporte: Aplicação de Modelagem e Otimização no Problema de Suporte Logístico para Aeronaves Militares

Lucas Martins, *Technological Institute of Aeronautics, Brazil* .

Abstract. Este artigo trata de suporte logístico para o ciclo de vida de sistemas de armas. São apresentadas uma abordagem do tema no contexto de aeronaves militares e uma revisão bibliográfica dos assuntos Apoio Integrado ao Produto, Disponibilidade e Custos de Suporte. Os vínculos identificados entre a aplicação operacional e a fundamentação teórica são destacados durante a exposição. Mais adiante, uma sequência de procedimentos técnicos e gerenciais é proposta para otimizar o desempenho logístico de uma frota de aeronaves militares, em termos de Disponibilidade e Custos de Suporte, mediante o emprego de ferramentas computacionais de gerenciamento do ciclo de vida de sistemas técnicos complexos. Ao final do trabalho, uma aplicação de modelagem e otimização é realizada, tomando-se como exemplo um caso didático simplificado, para demonstrar os resultados e permitir um posicionamento conclusivo. Palavras-Chave: Engenharia de Sistemas e Suportabilidade de Sistemas de Defesa, Disponibilidade, Custos de Suporte Logístico.

Análise de Métricas de Eficiência Operacional em Missões de Ressuprimento Aéreo

Pedro Henrique Amancio de Carvalho, *Força Aérea Brasileira, Brazil*

Mauri Oliveira, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Caio Silvestre, *Instituto de Aplicações Operacionais, Brazil* .

Abstract. O ressuprimento aéreo é uma ação de Força Aérea destinada a apoiar tropas terrestres com o lançamento de materiais de interesse por vetores aéreos em locais de acesso dificultado, seja por causa de restrições físicas ou situacionais. Para que uma missão de ressuprimento aéreo seja bem sucedida, a carga lançada deve atingir o solo a uma determinada distância do centro da zona de lançamento, porém, em um cenário operacional com dimensões menores que as estipuladas nos manuais de doutrina da Força Aérea Brasileira, a taxa de acerto do lançamento fica comprometida. Este trabalho teve como objetivo analisar as métricas de eficiência dos lançamentos aéreos por meio dos dados coletados de esquadrões de transporte. Os resultados obtidos foram a identificação do intervalo de confiança para os lançamentos realizados por esses esquadrões e a probabilidade de sucesso dada uma dimensão específica da zona de lançamento.

9:00AM - 9:45AM

Sessão Técnica III - Tecnologias de Defesa das Áreas Química e Biológica - Chair: Liana Kalczuk

Análise Numérica Aplicada à Compressão Elasto-Plástica de Estruturas Biomiméticas do Tipo Brick-and-Mortar

Carlos Opelt, *Centro Universitário - Católica de Santa Catarina, Brazil*

Lucas de Souza, *Universidade Católica de Santa Catarina - Joinville, Brazil* .

Abstract. Materiais criados pela natureza possuem propriedades únicas, sendo, portanto, uma rica fonte de inspiração para o desenvolvimento de novas soluções em materiais. Neste estudo, foram avaliadas diferentes estruturas inspiradas no conceito brick-and-mortar, que compõe a microestrutura da madrepérola. Para isso, blocos sólidos foram conectados por estruturas circulares, com o intuito de alcançar efeito similar de dissipação de energia. Para essa avaliação, utilizou-se de um software MEF (Método de Elementos Finitos) para a simulação de ensaios de compressão em amostras com diferentes geometrias de blocos internos, e analisada a absorção total de energia, bem como a energia absorvida específica de cada amostra. Os resultados demonstram que a estrutura sólida foi capaz de absorver 87 J/kg, enquanto as demais amostras com estruturas de ligação absorveram, em média, 91% menos energia. Esta diferença parece ser resultado de concentração de tensões excessivas nos elementos de ligação provocaram falhas prematuras em regiões críticas das estruturas.

O Papel do Laboratório de Análises Químicas no Sistema de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da Marinha do Brasil: Identificação de Agentes Químicos de Guerra

Victor Legramandi, Jaqueline Pessoa, Luciane Bathe, Erica Passos, Laura Neves, *Centro de Defesa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica da Marinha do Brasil, Brazil* .

Abstract. O conhecimento dos principais agentes nucleares, biológicos, químicos e radiológicos (NBQR) e suas características são fundamentais para a adoção de procedimentos específicos para a defesa contra ações que empregam armas destas naturezas. Dentre os agentes NBQR, os agentes químicos de guerra constituem as classes de armas não convencionais de mais baixo custo e de mais difícil detecção e controle, e requerem uma resposta rápida para evitar ou minimizar o espalhamento do agente utilizado. Tal resposta, dependendo da complexidade do agente, necessita da identificação do composto com alta confiabilidade. Neste contexto, destaca-se a importância dos laboratórios de referência na detecção e identificação dos agentes químicos de guerra, em amostras reais, que constituem uma das maiores ameaças do mundo moderno.

Efeitos físico-químicos da aplicação de ozônio em água potável

Fabrizia Bonates, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Rodrigo Pessoa, *Universidade do Vale do Paraíba, Brazil* .

Abstract. A qualidade da água deve ser monitorada sobretudo nas atividades de campanha, tanto por seu importante papel de subsistência, quanto pela sua possibilidade de contaminação de forma intencional ou espontânea. Os parâmetros físico-químicos podem auxiliar na comprovação da potabilidade da água, de forma rápida e eficiente, após a sua desinfecção pelo ozônio. O presente estudo avaliou os parâmetros de condutividade elétrica, o pH, o potencial de oxirredução (ORP) e os sólidos totais dissolvidos (TDS) em água potável, antes e após a aplicação de ozônio em diferentes concentrações, demonstrando mudança no perfil físico-químico da água que evidenciam a ação desinfetante do ozônio e sugerem que esse tipo de avaliação pode ser utilizada com a finalidade de obter um monitoramento simples, em tempo real, para verificar a acurácia do tratamento realizado.

9:00AM - 9:45AM

Sessão Técnica IV - Espaço e Satélites - Chair: Vilson Almeida

Orbital analysis of the satellite formation establishment for the ITASAT#2 mission

Caio Nahuel Fagonde, *Federal University of ABC, Brazil*

Willer Gomes dos Santos, *Aeronautics Institute of Technology, Brazil*

Antonio Bertachini Prado, *INPE, Brazil*

Thais Franco, *Aeronautics Institute of Technology (ITA), Brazil* .

Abstract. The ITASAT#2 mission is an upcoming nanosatellite mission that aims to investigate ionospheric plasma bubbles and performs geolocation studies using three formation flying CubeSats. Formation flying missions often have strict constraints on the geometric configuration of the satellites relative state. In order for the CubeSats to correctly achieve their desired spatial distribution, the acquisition, or establishment phase of the mission must be carefully planned and carried out. With this in mind, the current work aims to analyze the preliminary ΔV budget required for the establishment phase of two possible formation configurations: the co-orbital String of Beads and the Non-coplanar Oscillator. In order to do so, the necessary phasing and out-of-plane maneuvers were analyzed and simulated.

Breve Revisão sobre Missões de Formação em Voo de Veículos Espaciais

Alan Couto, *Universidad Técnica Federico Santa María, Chile*

Willer Gomes dos Santos, *Aeronautics Institute of Technology, Brazil*

Josué Cardoso dos Santos, *Aeronautics Institute of Technology (ITA), Brazil*.

Abstract. Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica de alguns dos principais temas referentes a Formações em Voo (FV) de veículos espaciais. São apresentados os diferentes tipos de modelos de dinâmica relativa utilizados para a simulação de FVs, em conjunto com as metodologias de coordenação e topologias de formação comumente utilizadas além de diferentes tipos de sistemas de controle. Por fim, foi realizada a identificação de 29 missões FV de pequenos satélites existentes entre o período de 2015 até hoje.

Aplicação da Comunicação Óptica Intersatélite em Missões de Formação em Voo de Pequenos Satélites

Alessandro R. Santos, *Marinha do Brasil/Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Willer Gomes dos Santos, *Wilson Almeida, Aeronautics Institute of Technology, Brazil*.

Abstract. Este artigo tem como objetivo apresentar a aplicação da tecnologia fotônica em missões espaciais de formação em voo entre pequenos satélites, do tipo CubeSat, por meio da Comunicação Óptica Intersatélite (Intersatellite Optical Communication - ISOC) e aplicação da Nanofotônica por meio do Optical Phased Array, que é uma alternativa para sanar as deficiências encontradas nos dispositivos transmissores atualmente utilizados para este tipo de missão.

11:00AM - 11:45AM

Sessão Técnica V - Emprego Operacional de Dornes - Chair: Lourenco Pereira Jr

Abordagens Exata e Heurística na Otimização do Problema do Caixeiro Viajante com Drone

Andre Kuroswiski, *ITA, Brazil*

Angelo Passaro, *Instituto de Estudos Avançados - IEAv, Brazil*

Humberto Baldessarini Pires, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Lamartine Nogueira Frutuoso Guimarães, *IEAv, Brazil*

Edson Luiz França Senne, *Universidade Estadual Paulista, Brazil*.

Abstract. O aumento na utilização de drones para cumprir as mais variadas tarefas tem motivado um crescimento exponencial de pesquisas que buscam otimizar o emprego desses meios, beneficiando aplicações militares e civis. Nesse sentido, o uso conjugado de caminhões e drones vêm sendo explorado com bastante interesse pela Pesquisa Operacional. Este trabalho apresenta formulações matemáticas em Programação Linear Inteira Mista e propõe um Algoritmo Genético híbrido (HGenFS) para a otimização da variação do Problema do Caixeiro Viajante (Traveling Salesman Problem, TSP) chamada Flying Sidekick TSP (FSTSP), em que caminhão e drone atuam cooperativamente. Esse tipo de problema possui ampla aplicação na área militar, e os resultados obtidos confirmaram que a formulação adotada para a solução exata é adequada para resolver problemas de até dez clientes. O HGenFS demonstrou ser capaz de encontrar soluções ótimas para o FSTSP em poucos segundos ao incorporar heurísticas específicas e uma fase de busca local.

Detecção de Drones Intrusos

Jefferson Matos, *Luiz Giacomossi Jr., Livia Pimentel, Filipe Verri, Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), Brazil*

Vitor Curtis, *Aeronautics Institute of Technology (ITA), Brazil*.

Abstract. A crescente aplicação de drones possibilitou o advento de novas soluções para os desafios do mundo moderno e expôs a necessidade de maior atenção a questões relacionadas à segurança e privacidade. Nesse contexto, a identificação de drones invasores representa uma solução urgente em meio ao aumento dos riscos decorrentes da popularização desse tipo de veículo. Frente a esse cenário, este estudo visa a aplicar técnicas de Aprendizado de Máquina na detecção de drones invasores com o uso de dados de tráfego wi-fi criptografados. A metodologia aplicada baseia-se em uma análise exploratória desses dados, seguida da etapa de pré-processamento deles e da avaliação de modelos preditivos com o objetivo de selecionar aqueles capazes de prover maiores precisões e menores tempos de processamento ao classificar se um sinal é proveniente de um drone, ou não.

Detecção e Classificação de Alvos com Sensor Termal Embarcado em Drone

Raoni Fiedler, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Francisco Eick, *ITA, Brazil*.

Abstract. Utilizando uma câmera com sensor duplo (visível e termal), este trabalho avalia a alteração na exatidão global de quatro classes de interesse utilizando-se diferentes composições de canais nas imagens analisadas. São testadas as composições RGB e RGBI (composição RGB mais canal infravermelho). Os resultados são comparados utilizando os algoritmos k vizinhos mais próximos (k -NN) e máquina de vetores de suporte (SVM). Os resultados experimentais indicam que o uso da composição RGBI pode melhorar significativamente a acurácia na classificação.

11:00AM - 11:45AM

Sessão Técnica VI - Tecnologias Inovadoras - Chair: Olympio Coutinho

Tecnologias habilitadoras para pesquisas em 5G-V2X

Fernando Dutra, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Rodolfo Meneguette, *Universidade de São Paulo, Brazil*

Lourenco Pereira Jr, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, Brazil*.

Abstract. As comunicações veiculares ou Vehicle-to-Everything (V2X) estão em desenvolvimento desde 2010 com a publicação da especificação baseada em WLAN, IEEE 802.11p, criando as redes veiculares (Vehicular Ad-hoc NETWORKS - VANETs), no entanto evoluiu rapidamente em direção ao padrão celular com o C-V2X, especificado sobre o LTE primeiramente em 2016, pelo 3GPP. Com o advento do 5G, novas possibilidades técnicas permitiram a melhoria de performance das aplicações existentes e a criação de novos casos de uso com requisitos mais estritos de latência, taxas de transmissão, disponibilidade e confiabilidade. O artigo, baseado em revisão de literatura, apresenta uma visão geral do V2X, sua evolução, requisitos e arquitetura, acrescentando também uma descrição de duas tecnologias importantes para o desenvolvimento do 5G-V2X, a Network Slicing e a Edge Computing, além de uma descrição de casos de uso, seus benefícios e desafios. Finalmente o artigo apresenta as oportunidades de pesquisa sobre o tema, reforçando as capacidades de suporte oferecidas pelo novo contexto do 5G.

Análise da Compensação da Não-linearidade do Modulador de Mach-Zehnder Dual Drive com Dispersão Cromática em Enlaces a Fibra Óptica

Luiz Barbosa, Exército Brasileiro, Brazil .

Abstract. Apresenta-se uma análise mostrando os efeitos da não-linearidade do modulador de Mach-Zehnder dual-drive para índices de modulação baixos e elevados. Foi abordado como compensar esses efeitos não-lineares do modulador por intermédio do efeito da dispersão cromática, utilizando um modulador em quadratura e configurado para gerar sinais modulados em banda lateral dupla. Por fim, foi exemplificado a compensação da não-linearidade do modulador com a dispersão cromática, utilizando uma transmissão numa constelação digital de amplitude em quadratura.

High Sensitivity Long Pulse Envelope Detector Assisted by Microwave Photonics

André Paim Gonçalves, CGEM, Brazil

Felipe Ivo, Renan Richter, Olympio Coutinho, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil .

Abstract. This article presents a concept of a long pulse envelope detector with high sensitivity value based on Microwave Photonics (MWP). The process to envelope detecting of RF signals is achieved by the translation of the RF spectrum to the optical spectrum range followed by optical filtering to cut the lower sideband and the carrier, and finally beating the remain upper side band into a low speed photodetector (LSPD). The LSPD output signal is amplified by transimpedance gain. This approach depends only on the RF passing band of the phase modulator and the optical filter transfer function. This concept is experimentally demonstrated reaching envelope detector tangential signal sensitivity (TSS) values around to -40 dBm for RF input frequency range of 10 GHz to 20 GHz. The proposed architecture does not use any optical or video signal amplifier. The implementation of this approach is simple, employs few components and Commercial off-the-Shelf (COTS).

1:00PM - 1:45PM

Sessão Técnica VII - Sistemas Espaciais, do Projeto ao Contrato - Chair: Rene Gonçalves

Projeto Conceitual da Missão FireSat-BR para Monitoramento de Incêndios Florestais

Isabela Peixoto, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Algeria

Raquel da Silva, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

Alessandro R. Santos, Marinha do Brasil/Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

Victor Mira, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

Willer Gomes dos Santos, Aeronautics Institute of Technology, Brazil

Pedro de Albuquerque, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil .

Abstract. Os impactos decorrentes dos incêndios florestais na região amazônica têm causado cada vez mais prejuízos em função da crescente ameaça à biodiversidade, sociedade e vidas. Visto que o Brasil precisa de um sistema mais eficiente para identificar e monitorar esses eventos, este trabalho descreve o projeto conceitual do desenvolvimento de uma solução satelital, denominada FireSat-BR, de baixo custo com o objetivo de detectar, identificar, monitorar e reportar incêndios, dando apoio aos órgãos responsáveis para permitir maior velocidade na tomada de decisão e na contenção do princípio de incêndios florestais.

International and Brazilian Air Forces requirement definition processes for space systems

Raquel da Silva, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

Willer Gomes dos Santos, Aeronautics Institute of Technology, Brazil

Christopher Cerqueira, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil .

Abstract. The development of a system begins with the comprehension of its mission and the gathering of the expectations and needs of all involved parties. Transforming these into a set of complete and coherent requirements is essential for the missions success. That is even more true in the space systems context due to the high costs associated with tardiness in finding and correcting mistakes. The Brazilian Strategic Program of Space Systems (PESE) presents the guidelines for the longterm implementation of space systems projects. It demands that the definition and development of space system missions must follow Brazilian Air Forces DCA 400-6 guideline and, when appropriate, other international standards. This article presents a brief survey and analysis of some available system and requirement engineering processes that could be used as guidelines to the conceptualization of a system, such: DCA 400- 6, Brazilian Defense Ministry Manual MD40-M-01, INCOSE SE Handbook & ISO/IEC/IEEE 15288:2015, and NASA SE Handbook.

STPA Analysis over contract elaboration process focusing on requirements writing for military aeronautical products

Guilherme Moreira, ITA, Brazil

Carlos Lahoz, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

William Limonge, Instituto de Fomento e Coordenação Industrial, Brazil

Christopher Cerqueira, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

Willer Gomes dos Santos, Aeronautics Institute of Technology, Brazil .

Abstract. Airworthiness Certification is a globally accepted process to attest civil aircraft safety over a set of requirements (certification basis) that aims to avoid the recurrence of aeronautical accidents due the same design issues. In a similar way, the mission accomplishment verification process should seek to meet the needs of the Brazilian Air Force operational sector. Therefore, clear requirements are key points for a good contract execution. This study has made use of a robust hazard analysis technique (STPA - System-Theoretic Accident Model and Processes) that investigate the causal factors responsible to jeopardize the contract elaboration process for aeronautical military products in Brazil. STPA uses System Theory to model any process as a feedback-control structure. Focusing on losses we want to avoid, the method gives a zoom in over the hazards, safety constraints, unsafe control actions, causal factors and proposes requirements to improve the process, which can be faced as recommendations.

1:00PM - 1:45PM

Sessão Técnica VIII - Aplicação de Dados Gerados por Sistemas Complexos - Chair: Adilson Cunha

Um Modelo para Análise de Dados Operacionais da Força Aérea Brasileira Utilizando Tecnologias de Big Data

André Baccharin, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

Marcelo Conceição, Aeronautics Institute of Technology, Brazil

Oswaldo da Costa Neto, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

Adilson Cunha, Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, Brazil .

Abstract. Nos últimos anos, a utilização do termo Grandes Conjuntos de Dados (Big Data) vêm se expandindo. Grandes empresas como Google vêm criando ferramentas para tratar e analisar dados, aplicando tecnologias de Big Data. No âmbito da Força Aérea Brasileira (FAB), ocorrem situações análogas com dados gerados em fluxo contínuo. Este artigo apresenta um modelo para análise de dados operacionais da FAB, utilizando tecnologias de Big Data. Define os principais conceitos de interesse da FAB envolvendo estas tecnologias e apresenta os principais frameworks utilizados para análise de Big Data: Hadoop e Spark, além de potenciais aplicações e vantagens em comparação com ambientes tradicionais de análise de dados. O modelo proposto é fruto de uma pesquisa metodológica e reporta alguns resultados esperados, partindo da aplicação dos principais conceitos envolvendo Big Data. A principal contribuição da pesquisa envolve o modelo proposto nos frameworks Hadoop e Spark para análise de dados operacionais da FAB.

Detecção e Isolamento de Falhas em Sistemas Complexos: Um Mapeamento Sistemático da Literatura

Marcelo Conceição, *Aeronautics Institute of Technology, Brazil*

André Baccharin, *Oswaldo da Costa Neto, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Adilson Cunha, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, Brazil*

Leonardo Ramos Rodrigues, *Instituto de Aeronautica e Espaço, Brazil*.

Abstract. A área de manutenção vem exercendo papéis estratégicos em organizações, sejam automobilísticas, industriais ou militares. Com avanços das capacidades de geração, armazenamento e processamento de dados, técnicas de Aprendizado de Máquina (AM) vêm sendo empregadas para detectar e localizar falhas em sistemas complexos, aumentando a disponibilidade e reduzindo custos operacionais desses sistemas. Porém, simplesmente aplicar técnicas de AM aos dados de sensores não vem representando uma solução para todos problemas, uma vez existem barreiras ainda a serem transpostas. O objetivo deste artigo é apresentar um mapeamento sistemático da literatura sobre métodos de AM aplicados à Detecção e Isolamento de Falhas em sistemas complexos, por meio de uma abordagem Dirigida a Dados Data-Driven. Com esta abordagem, pretende-se propiciar uma melhor compreensão de como métodos propostos vêm abordando cenários realísticos de sistemas complexos, em que novos modos de falhas podem surgir após a construção inicial de modelos de AM.

HLA e Microsserviços: Uma Aplicação para Simulação Distribuída

Oswaldo da Costa Neto, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Carlos Magno Abreu, *Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), Brazil*

André Baccharin, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Marcelo Conceição, *Aeronautics Institute of Technology, Brazil*

Adilson da Cunha, *Instituto Tecnológico de Aeronautica - ITA, Brazil*.

Abstract. Ao promover interoperabilidade entre sistemas de simulação, a abordagem de arquitetura distribuída vem sendo compreendida como uma alternativa promissora, trazendo benefícios ao processo de desenvolvimento de aplicações que compõem o universo Modeling and Simulation (M&S). O framework High Level Architecture (HLA) vem se mantendo como uma das principais arquiteturas entre sistemas de simulação distribuída, por aproveitar a normatização de mecanismos que buscam facilitar o intercâmbio de dados entre aplicações. Visando proporcionar um ambiente heterogêneo por meio do framework HLA e se beneficiar de características da computação em nuvem, a ferramenta Docker vem se tornando um elemento promissor para viabilizar a criação de ecossistemas de simulação construídos sob a ótica de microsserviços. Este artigo apresenta um estudo de caso envolvendo a implementação de uma simulação distribuída HLA obtida por meio do uso de microsserviços com potencial redução de custo de desenvolvimento e aumento de velocidade na construção de ambientes de simulação distribuída.

3:00PM - 3:45PM

Sessão Técnica IX - Aplicações com Plasma e Materiais Energéticos em Defesa - Chair: José Rocco

Analysis and comparison of the combustion performance of paraffin hybrid rocket solid fuel formulations by RMD simulations

Daniel Duarte, *Aeronautics Institute of Technology, Brazil*

Rene Gonçalves, *ITA, Brazil*

José Rocco, *ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

Renan Salvador, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*.

Abstract. There is a continued interest in hybrid propellant research with the aerospace industry. In this study, different formulations of paraffin (C₂₄H₅₀) based propellants of carbon black and aluminum were analyzed and compared from the kinetic point of view. For this, computational simulations of these reactions were performed through the ReaxFF inter-atomic interaction model, which allowed the control of the temperature variable during the progress of the reaction. The analysis revealed that the addition of aluminum causes an increase in the activation energy of the reaction, which makes the reaction slower for the temperature control applied, but increases the frequency of collisions between molecules, making the hybrid propellants added with this compound more reactive at higher temperatures.

Verificação experimental do fator de incremento da pressão refletida gerada por detonação de explosivo plástico não confinado

Fausto Mendonca, *Aeronautical Institute of Technology - ITA, Brazil*

Girum Urgessa, *George Mason University, USA*

Marcela Domingues, *Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil*

José Rocco, *ITA - Instituto Tecnológico Aeroespacial, Brazil*.

Abstract. Prever os efeitos e magnitudes de cargas geradas em edificações oriundas de detonações de artefatos são de grande utilidade aos planejamentos de projetos de edificações, principalmente para estruturas de possíveis alvos militares e indústrias onde esse tipo de acidente pode ocorrer. Este trabalho apresenta resultados de leitura de pressão gerada por onda de choque, mais especificamente pressão refletida. Três lajes de concreto armado medindo 1,0x1,0x0,08 metros foram submetidas a detonação de explosivo plástico não confinado, a uma distância de 2,0 metros, tendo sensores de pressão posicionados sob essa mesma distância. Os valores de leitura de pressão permitiram verificar a magnitude do valor de pressão refletida que foi comparado com o incremento no valor da pressão incidente esperada. Os resultados trouxeram valores que estão de acordo com a literatura disponível atualmente, comprovando experimentalmente o fator de incremento a ser utilizado de forma segura em projetos de proteção contra explosões.

A Tecnologia de Plasma Não-Térmico Aplicada à Proteção Individual e Coletiva DQBRN

Rodrigo MARACAJÁ VAZ DE LIMA, *TECHNOGNOSCIS ENGINEERING SERVICES LTD, Brazil*.

Abstract. Há duas vertentes de pesquisas em Proteção DQBRN (Defesa Química, Biológica Radiológica, Nuclear): individual e coletiva. A primeira tem por objetivo a inovação com novas tecnologias de materiais e nanopartículas. A segunda está relacionada com novos beneficiamentos de materiais e processos de esterilização. A tecnologia de Plasma Não-Térmico pode ser aplicada tanto para o desenvolvimento de Proteção Individual, com uso de nanopartículas e sistemas híbridos de eletrofiação com deposição de partículas em reator de Plasma DBD, quanto na esterilização de EPI e sistemas de HVAC e ventilação em edifícios e veículos, contribuindo para a proteção DQBRN em ambientes públicos e nas operações de Defesa.

3:00PM - 3:45PM

Sessão Técnica X - Aplicações Diretas em Cenário Operacional - Chair: Denise Ferrari

Genetic algorithm based Ku-band microstrip patch antennas optimization to avoid jamming attacks

Anderson Soares, Centro de Guerra Eletrônica da Marinha, Brazil

Luis Alberto Ramirez, Centro Universitário Gama e Souza, Brazil .

Abstract. Genetic algorithm (GA)-based antenna design has been shown to efficiently improve its electrical properties. This endeavor addresses design and optimization of patch antennas. Two different methods were conducted. First, optimization was carried out over the whole antenna extension. Second, half antenna was optimized and the final design was obtained by reflection. The optimization process was conducted using Genetic Algorithm (GA), return loss was obtained with full wave Finite-Differences Time-Domain (FDTD-3D), and the initial configuration (design) was obtained with line transmission and cavity method. All methods implemented in-house software. The antennas were designed to operate in Ku band with the center frequency at 16 GHz. Antenna with return greater than 22dB and bandwidth between 2-5 GHz, were obtained. The effectiveness of the proposed designs is confirmed through proper simulation results. The proposed antenna is an efficient and low-cost solution to reduce the impact of intentional and unintentional interference in satellite communications that could be used to provide further protection from jamming.

Busca de solução ótima para formação de helicópteros de ataque contra posição defendida por artilharia antiaérea de cano

Gieser Duarte, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil .

Abstract. In a modern and highly competitive world, the search for optimization of products, processes and forms of management is present in almost all human activities. In the field of military tactics it is no different. In this paper we sought to simplify the important tactical problem of an attack aircraft formation in order to neutralize an objective defended by anti-aircraft gun. The obtained mathematical model is used to evaluate different flight formations, in search of the optimal solution that maximizes the effectiveness of the attack. Four metaheuristics are used in the search for the solution: black hole, tabu search, particle swarm and simulated annealing. The obtained solutions are compared to classic flight formations.

Análise do efeito do vento, como fator não controlado, nas Ações de Ressuprimento Aéreo na Força Aérea Brasileira

Mauro Silva, PPGAO-ITA, Brazil

Denise Ferrari, ITA, Brazil .

Abstract. A capacidade da Força Aérea Brasileira de apoiar tropas é fator distintivo nas campanhas militares desenvolvidas em teatros de guerra. Manter o fator surpresa das unidades infiltradas para explorar o êxito sobre o oponente exige táticas inovadoras e precisão nos lançamentos de carga nas Ações de Ressuprimento Aéreo. Nesse contexto, pesquisas em aplicações operacionais ganham destaque como indutoras de técnicas de lançamento de carga em ambientes noturnos pelas aeronaves SC-105 Amazonas. Este estudo tem como objetivo investigar os efeitos da ação do vento, enquanto fator não controlado, sobre o lançamento de fardos em paraquedas não guiado de único estágio. Para esse propósito, registros históricos de características do vento, em um período de 4 anos, foram modelados pela distribuição de probabilidade Weibull, que conjugada com os parâmetros balísticos do paraquedas RAC-LS, foi implementada em Simulações de Monte Carlo para a mensuração dos desvios em relação ao ponto de impacto desejado.

4:00PM - 4:45PM

Sessão Técnica XI - RADAR e SAR - Chair: André Paim

Experimental Assessment of the Viability of a GAN Model for Radar Data Generation

Lester de Faria, Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, Brazil .

Abstract. In the Defense industry, radar target simulations play a big role: they are useful to study critical scenarios, make object classification and study the target signatures. They show to be a major point of technologic independence for countries, once allows creating and evaluating Radar Signatures of complex targets, as aircraft, ships and armored cars, without the need of measuring them. It is a possibility of generating enemys signatures and defining the best approach to react and detect them. However, this kind of simulation is expensive, spend a lot of computational resources and demands a complex environment, which is needed to run the simulations. This study proposes a proof of concept of a radar target simulation, based on a case study of automotive radars (FMCW - 77 GHz) using Generative Adversarial Networks (GANs): an artificial intelligence technique that is used for generating realistic fake data, such as images, audios, texts, and even radar signals. The achieved results show that the GAN approach was able to generate visually realistic radar targets using low computational efforts, opening a new way to radar target simulations: AI-based simulations. Although being based on automotive targets, all results can be extrapolated to Defense scenarios.

Avaliação da Redução de Seção Reta Radar (SRR) de Superfície Metálica irradiada na Banda X pelo emprego de Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE)

Marcelo Chagas de Lima, CGAEM, Brazil

Ana Paula Santiago de Falco, IPqM, Brazil

Ali Kamel Issmael Junior, Instituto de Pesquisas da Marinha, Brazil

Marcelo Matias, Centro de Guerra Eletrônica da Marinha (CGEM), Brazil

André Paim Gonçalves, CGEM, Brazil

Roberto Lima, Priscila Richa, IPqM, Brazil

Elvia Leal, UFCG, Brazil .

Abstract. O objetivo deste artigo é apresentar os resultados das medidas de redução de SRR dos MARE desenvolvidos pelo IPqM, em parceria com a Universidade Federal de Campina Grande UFCG, realizadas pelo método da perda de inserção em ambiente laboratorial semi-anechoico, na banda X (de 8,2 a 12,4GHz) e subsidiar a continuidade da atividade pela realização da Avaliação Operacional (AvaOp) desses itens em ambiente operacional. Os testes laboratoriais realizados visam buscar subsídios para refutar ou confirmar a seguinte hipótese: Os MARE construídos contribuem para a redução da SRR de meios navais constituídos por estruturas metálicas? Caso a referida hipótese seja confirmada, deverão ser envidados esforços para a realização de uma Avaliação Operacional no Mar para validar o emprego dos MARE em Plataformas Navais. Observação: ainda há mais um autor: ana.costa@ufcg.edu.br

Classificação de Alvos em Imagens SAR com Técnicas de Machine Learning

Fabiano da Silva, ITA, Brazil .

Abstract. Atividades marítimas que vão desde o transporte de mercadorias até a produção de petróleo e gás natural são cada vez mais presentes em águas brasileiras. O monitoramento dessas atividades é de fundamental importância para coibir ações ilícitas ou ilegais. O aumento da disponibilidade de dados de sensoriamento remoto permite que imagens de radar de abertura sintética (SAR - Synthetic Aperture Radar) possam ser exploradas na vigilância marítima. Este trabalho considera o problema de classificação de plataformas de petróleo e navios localizados no litoral dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Para o estudo, utilizaram-se imagens SAR com polarização VH. Duas técnicas de machine learning foram avaliadas, a saber, Random Forest e K-nearest neighbors, com as quais pode-se obter taxas de acurácia de 81,83% e 79,23%, respectivamente. Palavras-Chave Deep Learning, Machine Learning, SAR-ATR

4:00PM - 4:45PM

Sessão Técnica XII - Roteamento e Suportabilidade de Sistemas Complexos - Chair: Fernando Abrahão

Formulação Matemática para o Planejamento de Rota para Veículos Aéreos em Cenários de DQBRN

Maria José Pinto, IEAv/CTA, Brazil

Claudio Federico, Instituto de Estudos Avançados, Brazil

Monica De Marchi, IEAv/CTA, Brazil

Ana Cláudia Iwazaki Hayashi, Instituto de Estudos Avançados (IEAv), Brazil .

Abstract. Este trabalho busca apoiar o processo de tomada de decisão em cenários de Defesa QBRN DQBRN (Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear), através do planejamento de rotas seguras para veículos aéreos de forma a minimizar o nível de dose acumulada de radiação na tripulação. Uma formulação matemática é apresentada para o problema e aplicada em um exemplo ilustrativo onde algumas análises são feitas. Além disso, uma visão mais ampla do problema é apresentada mostrando outros fatores importantes que também afetam o comportamento, o formato, a concentração e a abrangência da pluma.

The Embryo Digital Twin: A tool for the development of aerospace robust support systems

Talitha Oliveira, ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brazil

Fernando Abrahão, ITA, Brazil .

Abstract. Experience from industry shows that, when developing the support characteristics of a new aerospace system, supportability needs may enter the process too late, leading to difficulties, lack of innovation and a series of constraints to the supportability performance of these systems, mostly when they enter into service and throughout the rest of their life cycles. Therefore, the purpose of this work is to define the Embryo Digital Twin, which is a tool specially designed for the development of all supportability involved in new complex aerospace systems. The procedure followed on this study is to provide a review of the definitions and classifications of digital twins observed in the literature and compare them to the features expected for the Embryo Digital Twin. As a result and to state its relevance, this work presents a high-level model of this tool, clearly positioning it in this context of development. Keywords: Supportability, Digital Twin, Aerospace Systems

Comparação dos Requisitos de Suportabilidade com os de Aeronavegabilidade de um sistema Aeroespacial Complexo.

João Almeida, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Brazil .

Abstract. Resumo O cumprimento dos requisitos de um produto complexo como a aeronave é fundamental para garantir um nível aceitável de segurança e também outros fatores relativos a suportabilidade, como confiabilidade e manutenibilidade. Porém, ainda faltam análises em ferramentas e metodologias para viabilizar e adequar o conceito de suportabilidade em aeronaves de pequeno porte, bem como estudos que possam avaliar os impactos que a aplicação desse conceito poderá trazer aos fabricantes e operadores. Com isso, este artigo apresenta uma comparação dos Requisitos de Aeronavegabilidade utilizados pelas principais Autoridades de Aviação Civil Internacionais, dentre elas, a Federal Aviation Administration - FAA, a European Aviation Safety Agency - EASA e Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, com os requisitos de Suportabilidade do Integrated Product Support - IPS em todo o ciclo de vida de uma aeronave da Categoria Normal e Leve Esportiva, identificando os principais inputs, elementos, atividades e outputs a fim de analisar o que o suporte logístico poderá impactar caso seja aplicado desde a primeira fase do ciclo de vida.