

## Sessão Técnica I

### GERENCIAMENTO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO NA PRODUÇÃO DE AERONAVES

*Rafael Soares Ribeiro (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Amanda Santana Levada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Felipe Mancilha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Jennifer Pires (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este artigo apresenta um estudo de caso em uma indústria de aeronaves do Brasil. Para a produção de aviões, a empresa recebe peças de um fornecedor que oferece duas modalidades de entrega: via transporte aéreo e marítimo. O desafio é determinar um plano para gerenciar o estoque e selecionar o meio de transporte mais adequado, respeitando o *lead-time* dos produtos e a capacidade da linha de montagem. A principal contribuição desse trabalho é a proposta de um modelo de programação inteira mista para tratar o problema de seleção de fornecedores com restrições de *lead-time* e estoque de segurança. A implementação computacional mostra que os níveis atuais de estoque de segurança praticados pela empresa são ótimos, podendo haver variação quanto à seleção do modal de transporte.

### O RISCO DE FALHA NAS REDES DE SUPORTE LOGÍSTICO DO COMANDO DA AERONÁUTICA: UMA ANÁLISE A PARTIR DA PERCEPÇÃO DOS COORDENADORES LOGÍSTICOS DE PROJETO

*Danilo Garcia Figueiredo Pinto (Instituto de Logística da Aeronáutica)*

**Resumo:** Em uma era onde a mudança é a única constante, a incerteza permeia todos os sistemas gerenciais. Particularmente no campo da defesa aeroespacial, a terceirização do suporte logístico a aeronaves militares trouxe um aumento da incerteza vinculada à garantia da provisão dos insumos necessários à manutenção da disponibilidade das frotas da Força Aérea Brasileira. Visando a abordar esse problema de forma pragmática, este artigo propõe uma metodologia capaz de identificar a situação de risco dos

projetos do Comando da Aeronáutica a partir da percepção de seus Coordenadores Logísticos. Após levantados os dados iniciais da pesquisa, os aspectos subjetivos foram calibrados por meio de um teste de inteligência de risco reconhecido na literatura, o que aprimorou a qualidade das avaliações iniciais, quando comparadas com os resultados apresentados por um modelo objetivo de gerenciamento de riscos logísticos. Por fim, cumpre destacar que o panorama de risco obtido foi descaracterizado para preservar a ostensividade do trabalho.

### **AMADURECIMENTO DA CONFIABILIDADE DE SISTEMAS EM DESENVOLVIMENTO: ANÁLISE DE IMPACTO NOS CUSTOS DE AQUISIÇÃO PELAS FORÇAS ARMADAS BRASILEIRAS**

*Henrique Costa Marques (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Fernando Teixeira Mendes Abrahão (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Nogueira Filho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Daniel Coelho Mota (Instituto de Logística da Aeronáutica)*

**Resumo:** A incerteza na confiabilidade de sistemas pode afetar os custos de aquisição de um sistema em desenvolvimento para os primeiros clientes. Se a confiabilidade necessária não for alcançada até a fase de implantação, o sistema deverá ser mantido com uma abordagem conservadora, podendo aumentar custos e reduzindo a eficiência logística global. O presente artigo aponta o impacto de uma abordagem de amadurecimento de confiabilidade no desenvolvimento de novos sistemas no custo de aquisição para os primeiros clientes e sugere quais tipos de itens/sub-itens devem ter mais atenção em termos de impacto de custos com base em um estudo de caso. Com essa informação, os tomadores de decisão poderão se concentrar na gestão de itens/sub-itens em termos de impacto de logística de custos e sistemas.

## Sessão Técnica II

### MODELO MATEMÁTICO DE UM CIRCUITO ATIVO CAPAZ DE CANCELAR CAPACITÂNCIAS PARASITAS EM CIRCUITOS SEMICONDUTORES HÍBRIDOS

*Luiz Eduardo Schiller (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Lester de Abreu Faria (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Fotodetectores Infravermelhos a Poços Quânticos (QWIPs, em inglês) têm como saída correntes muito baixas, da ordem de nA. Como geralmente são feitos por materiais das famílias III-V, que não são utilizados em aplicações CMOS regulares (Si, família IV), é necessária hibridização. Os *pads* de conexão introduzem altas capacitâncias, que podem drenar grande parte da corrente gerada pelo sensor. No presente trabalho, um circuito ativo anteriormente proposto pelos autores e capaz de compensar esse efeito foi modelado matematicamente a fim de referenciar futuras implementações e permitir otimizações de desempenho, área e potência. Tal abordagem faz parte de um projeto complexo e multidisciplinar que visa à integração de sensores e que se mostra de alta relevância para a FAB, na medida em que permeia áreas bélicas e de imageamento, permitindo ser aplicada em mísseis, câmeras infravermelhas e detectores de diferentes aplicações.

### ANALYSIS OF A REDUNDANT INPUT STAGE FOR MITIGATING RADIATION EFFECTS ON A TWO-STAGES MILLER COMPENSATED OPERATIONAL AMPLIFIERS

*Tássio Côrtes Cavalcante (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Lester de Abreu Faria (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Abstract:** In the context of Defense applications, high performance and reliable systems are required in order to assure that no failures will occur when protecting a country's sovereignty. In the last years, the dependence on imported technological goods has increased in Brazil, as the technology advances continuously, and many embargoes have hindered the

development of critical areas. One of these areas is the spatial area, and more specifically, the design of rad-hard systems for spatial applications. Operational Amplifiers (OpAmps) are one of the basic building cells on analog integrated circuits, being used for many different applications. However, for them to work properly, they need a good matching of the transistors, which make them prone to fail with radiation. This work presents a strategy for reducing this impact of radiation on the Two-stage-Miller-compensated OpAmp by duplicating its input stage. LTSpice software was used for simulation using 0.35 $\mu\text{m}$  CMOS technology process C35B4C3 of AustriMicroSystems and results show that the redundant OpAmp presents a better performance than the traditional one. The device performance was verified positively, showing a high potential to practical implementations.

## **A DESIGN TOOLS FLOW AND NEW ARCHITECTURE FOR LOW-POWER GATED-CLOCK SYNCHRONOUS CONTROLLERS**

*Duarte L. Oliveira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Tiago Curtinhas (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Lester A. Faria (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Leonardo Romano (Centro Universitário FEI)*

**Abstract:** Controllers based on Synchronous Finite State Machines (SFSM) are widely used in the design of Embedded Digital Systems (EDS) and can be implemented in Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) or VLSI (Very Large Scale Integration). A class little known and very interesting of SFSM in the FPGA or VLSI platforms is the SFSMs of direct output (SFSM\_DO). These state machines use the output signals as state signals, thus allowing several advantages when compared to conventional SFSM classes. Of these advantages, we can mention: elimination of glitches in the output signals; reduction of the number of state variables; reduction in latency time. An important requirement in EDS is power consumption. The literature shows that SFSMs with gated-clock have a substantial average reduction in dynamic power. This paper proposes architecture for SFSMs\_DO with gated-clock. Through the case study the proposed architecture showed a reduction in the dynamic power of 86.3% when compared with conventional gated-clock SFSMs.

## Sessão Técnica III

### GERAÇÃO DE CENÁRIOS RADAR ARBITRÁRIOS BASEADA EM PALAVRAS DESCRITORAS DE PULSOS

*Rafael Serra de Figueirêdo (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

*Fernando Alvim Carijó (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

*Jorge Costa Pires Filho (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

**Resumo:** Este artigo apresenta uma ferramenta de geração de cenários radar arbitrários, implementada em Matlab, para auxiliar na realização de testes de Sistemas de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE). Esta ferramenta mostra-se de grande utilidade, sendo capaz de gerar cenários complexos com radares operando simultaneamente. Em sua implementação, emprega-se uma abordagem não convencional, na qual um Gerador de Palavras Descritoras de Pulso (*Pulse Descriptor Words* - PDWs) é utilizado para gerar cenários radar compostos de sinais discretos pulsados. Além disso, a envoltória dos pulsos radar gerados são modeladas a partir do modelo ADSR (*Attack, Decay, Sustain and Release*), permitindo a geração de pulsos radar com maior adaptabilidade à realidade. Esta ferramenta também pode ser empregada na reprodução de cenários radar gerados artificialmente ou gravados por Equipamentos MAGE, isto é, cenários radar reais.

### A INFLUÊNCIA DA RCS DINÂMICA NA PROBABILIDADE DE DETECÇÃO DE UMA AERONAVE DE COMBATE

*Newton Adriano dos Santos Gomes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Thiago de Souza Mansur Pereira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*André Marques Peixoto (1ª/10ª Grupo de Aviação)*

**Resumo:** Esse trabalho apresenta um estudo do comportamento da incursão de uma aeronave A-1 AMX, na configuração de reconhecimento aéreo, em um ambiente cujas ameaças são radares de rastreamento na Banda L (1 a 2 GHz), estudando o efeito da RCS dinâmica quando iluminado por esse radar,

utilizando trajetórias previamente definidas no intuito de conhecer e buscar uma melhor condição situacional de furtividade nesse ambiente, mesmo sabendo que a aeronave empregada não foi projetada para possuir características *stealth*, baseado na busca das trajetórias que permitam uma menor probabilidade de detecção.

## **ANÁLISE DE INTERFERÊNCIA ENTRE SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES E RADAR OPERANDO NA BANDA S**

*Adriana Costa (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

*Claumir Sarzeda (Instituto de Pesquisas da Marinha)*

*Anderson Oliveira (Centro Federal Celso Suckow da Fonseca)*

**Resumo:** A demanda crescente por serviços de comunicações sem fio presente em toda parte, gera a necessidade de nova alocação do espectro eletromagnético ou ao reprojeto dos atuais sistemas, de forma a gerenciar eficientemente a coexistência entre diversas tecnologias. Quanto mais congestionado for o espectro eletromagnético de uma região geográfica (sítio), mais este problema será evidenciado. Uma faixa do espectro (banda), onde esta questão é intensificada é a banda S (2-4 GHz) na qual vários sistemas radar (de superfície, vigilância aérea, meteorológico, controle de tráfego aéreo de curto alcance) e sistemas de comunicações sem fio (Wi-Fi, WLAN e telefonia móvel) operam. É apresentado uma simulação de um radar pulsado operando em 2.7 GHz e um sinal de comunicação móvel interferente em 2.655 GHz, localizado nas proximidades do radar transmissor realizando o bloqueio.

## Sessão Técnica IV

### MODELO PARA RASTREIO E ESTIMAÇÃO DE ALVOS EM TRAJETÓRIAS TRIDIMENSIONAIS

*Jair Agner Júnior (Centro de Análises de Sistemas Navais)*

*Marcos dos Santos (Centro de Análises de Sistemas Navais)*

*Carlos Francisco Simões Gomes (Universidade Federal Fluminense)*

**Resumo:** Acompanhar alvos é um processo complexo, o qual exige algoritmos de associação capazes de lidar com o uso de técnicas de filtragem lineares e não lineares. Sabe-se que os modelos bidimensionais de sistemas de controle de tráfego aéreo, mostram-se insuficientes para o tratamento de manobras tridimensionais de alvos militares, devido as consideráveis variações de altitude. O trabalho abrange modelos de dinâmica de voo, que descrevem a evolução do estado de um alvo, tratado como objeto pontual em trajetórias tridimensionais, sendo abordando o problema da incerteza do seu movimento. Esse modelo tem aplicação em sistemas de navegação e vigilância civis e militares, permitindo o rastreamento de alvos em tempo real. Adotou-se como estimadores de estado o Filtro de Kalman Linear (FK) e o Filtro de Kalman Estendido (FKE) com integração através do filtro de sistemas híbridos Múltiplos Modelos Interagentes (IMM). Exemplos numéricos ilustram a aplicabilidade e desempenho do método proposto.

### ESTUDO DOS EFEITOS DE DIRCM EM MÍSSEIS INFRAVERMELHOS DE PRIMEIRA GERAÇÃO

*Caio Augusto de Melo Silvestre (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Lester de Abreu Faria (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O crescente emprego de mísseis de ombro infravermelhos contra alvos aéreos demanda a utilização de contramedidas cada vez mais modernas e eficientes. Neste cenário, surge o *Directed Infrared Countermeasure* (DIRCM), cujo objetivo é interferir no guiamento do míssil por meio de pulsos de laser. Neste artigo, um *seeker* infravermelho do tipo

*rising sun* é modelado e simulado, sendo os efeitos da emissão de um DIRCM no processamento do sinal avaliados. A influência de parâmetros de frequência de repetição de pulsos e intensidade do laser são evidenciados. Os resultados obtidos ressaltam a importância e a necessidade do desenvolvimento de ferramentas computacionais mais complexas, visando ao desenvolvimento da doutrina de emprego deste tipo de contramedida.

## Sessão Técnica V

### UMA ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO INSPIRADA EM PRÁTICAS ÁGEIS PARA SISTEMAS DE SOFTWARES EMBARCADOS MILITARES

*Paulo Takachi Tsoucamoto (EMBRAER)*

*Johnny Cardoso Marques (EMBRAER)*

*Adilson Marques da Cunha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O desenvolvimento de sistemas de softwares embarcados para aviões militares necessita certificações de agências reguladoras e deve cumprir com exigências de segurança e missão. Nos últimos anos, estes tipos de sistemas tornaram-se mais complexos, o que resultou na adoção de padrões de software mais rigorosos, tipicamente aqueles aplicados com sucesso na aviação civil, como a norma RTCA DO-178B/C. Tradicionalmente, as certificações militares para sistemas de softwares embarcados utilizavam apenas o padrão MIL-STD-498. Métodos ágeis foram desenvolvidos como uma alternativa aos métodos tradicionais orientados a planos. Este artigo resume alguns aspectos de um trabalho conduzido pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Ele apresenta a conceituação e implementação de uma abordagem para desenvolvimento de software inspirada em práticas ágeis, para fins de certificação e foi utilizada para desenvolver um computador de missão, em um estudo de caso no âmbito de certificação militar, visando sua verificação e validação.

### GNSS SIGNAL ACQUISITION BELOW SHANNON-NYQUIST: A PERSPECTIVE ON SPARSE RECOVERY

*Adilson Chinatto (ESPECTRO Ltda)*

*Naiallen Carolyne Rodrigues Lima Carvalho (ESPECTRO Ltda)*

*Cynthia Junqueira (ESPECTRO Ltda)*

**Abstract:** Acquisition is a crucial process in GNSS systems as it determines which satellites are visible, a coarse estimation of the Doppler shift and an initial estimation of the time delay between the transmitter and the receiver.

Commonly, acquisition is performed by serial search or by circular correlation search. Both processes, although very understood and deployed in practical systems are very time and computational consuming. In this work it is shown that acquisition process is intimately related to the compressive sensing framework, enabling undersampling of the received signal yet keeping recovery guarantees. Simulation results presented points towards a new and interesting direction in which the GNSS acquisition can be performed using sampling rates far below the Shannon-Nyquist limits, leading to simplification of hardware and software.

## **PERSISTÊNCIA DA APLICABILIDADE DE INFORMAÇÕES DE IMAGENS SAR ORBITAIS EM MISSÕES AÉREAS DE VIGILÂNCIA E RECONHECIMENTO: UMA ANÁLISE POR MEIO DE SIMULAÇÃO MONTE CARLO**

*Leonan Entringer Falqueto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*André Negrão Costa (Instituto de Estudos Avançados)*

*Diego Geraldo (Instituto de Estudos Avançados)*

*Rafael Lemos Paes (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** Satélites SAR fornecem diversos dados para apoio ao planejamento de missões de patrulha marítima, porém devido à resolução temporal de tais meios de vigilância e ao dinamismo intrínseco ao cenário marítimo, esses dados podem se tornar imprecisos em algumas horas. Este trabalho propõe uma solução computacional que atualiza probabilisticamente esse cenário projetando a posição dos alvos horas à frente, considerando diferentes tempos de reação dos meios de vigilância. Para tanto, o movimento de cada contato é modelado através de distribuições de probabilidade que representam seu comportamento provável e um cenário atualizado é projetado utilizando o método de Monte Carlo. Conclui-se que a utilização dessa metodologia permite analisar a persistência da aplicabilidade das informações coletadas e, inclusive, aponta para oportunidades operacionais do uso em situações de silêncio eletrônico.

## Sessão Técnica VI

### ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA CONDIÇÃO DE FIM DE VIDA NO BALANCEAMENTO DA LINHA DE DESMONTAGEM USANDO GRÁFICO DE PRECEDÊNCIA CONJUNTA

*Eduardo Barreto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Rodrigo Scarpel (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** A preocupação com o descarte apropriado de produtos vem crescendo continuamente nos últimos anos. Vários países já estabeleceram políticas de coleta e reutilização de determinadas linhas de produtos. Nesse contexto, uma parte crucial desse processo é a desmontagem de produtos para isolar partes e componentes para serem reciclados e reaproveitados. Na desmontagem, o estado de fim de vida é um aspecto importante para o balanceamento da linha. Ele pode alterar as tarefas necessárias para a desmontagem assim como o tempo de execução das tarefas. Este artigo aplica o gráfico de precedência conjunta para estudar a influência dos estados de fim de vida no balanceamento da linha de desmontagem. Para isso, foi utilizado um exemplo de um telefone celular já conhecido da literatura e estimado diferentes condições de fim de vida para alguns componentes.

### MODERNIZAÇÃO DE MEIA VIDA DE UMA AERONAVE DE CAÇA DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA: UMA ANÁLISE MULTICRITÉRIO

*José Tadeu Medeiros do Vale (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Thiago de Godoy Dias (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Daniel Alberto Pamplona (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mischel Carmen Neyra Belderrain (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Nissia Carvalho Rosa Bergiante (Universidade Federal Fluminense)*

**Resumo:** O presente artigo tem por objetivo propor um modelo multicritério para apoio à decisão do escopo de uma modernização de meia de vida de uma aeronave, por meio da geração de um ranking de sistemas prioritários a

serem modernizados. Como estudo de caso, foi utilizada a aeronave A-29 da Força Aérea Brasileira. Para a estruturação do problema aplicou-se as abordagens VFT (*Value-focused Thinking*) e VFB (*Value-focused Brainstorming*), permitindo o delineamento dos objetivos fundamentais, objetivos meios e alternativas. Para o ranqueamento das alternativas foi utilizado o Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) em conjunto com o AIJ (*Aggregating Individual Judgements*). A partir da quantificação de valores, foi possível uma melhor comparação entre os diversos sistemas que poderão ser contemplados em uma futura modernização da aeronave. A análise de sensibilidade mostrou robustez no resultado do ranking estabelecido.

### **ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE COMPONENTES AERONÁUTICOS CANDIDATOS AO PROCESSO DE MANUFATURA ADITIVA EM TITÂNIO**

*Samuel Bloch da Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Anderson Ribeiro Correia (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O processo de decisão normalmente envolve informações imprecisas e/ou incompletas, múltiplos critérios de escolha e vários agentes de decisão. Além disso, os problemas de decisão envolvem também múltiplos objetivos que, geralmente são conflitantes entre si. Neste sentido a tomada de decisão pela transição de um processo convencional de usinagem para um aditivo, deve representar o melhor resultado técnico para o componente frente a diferentes critérios de análise. De forma geral, uma das maiores dificuldades está justamente no estabelecimento destes critérios para julgamento, sendo desta forma o foco do presente artigo.

## Sessão Técnica VII

### O EMPREGO DE ÁRVORE DE DECISÃO PARA A IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ZLS E ZPHS EM IMAGENS OBTIDAS POR ARPS DE PEQUENO PORTE

*Mariécio G. Lacerda (Instituto de Estudos Avançados)*

*Ângelo C. Paulino (Instituto de Estudos Avançados)*

*Álvaro J. Damião (Instituto de Estudos Avançados)*

*Élcio H. Shiguemori (Instituto de Estudos Avançados)*

*Lamartine N. F. Guimarães (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** É grande a importância de ter informações acuradas acerca do terreno do Teatro de Operações durante um conflito ou calamidade. Devido à praticidade das ARPs (Aeronaves Remotamente Pilotadas), esse trabalho propõe o uso dessas ferramentas para identificação de Zonas de Lançamento (ZLs), para uso em lançamento de pessoal e/ou material, e de Zonas de Pouso de Helicóptero (ZPHs), que podem servir de apoio à essa importante aeronave. O uso de modernas ferramentas computacionais possibilita a geração automática, em pouco tempo e com boa precisão, de mosaico ortorretificado e Modelo Digital de Superfície, fundamentais para a compreensão do terreno. Com essas ferramentas é possível realizar a identificação e classificação do terreno imageado, auxiliando na determinação de áreas de interesse. O uso da técnica de Árvore de Decisão viabiliza a análise das imagens processadas, gerando informações acuradas. Os resultados obtidos indicam que o método proposto pode ser considerado para solução do problema.

### CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS ADQUIRIDAS POR SENSORES EMBARCADOS EM SATÉLITE ORBITAL E AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS POR MEIO DE ÁRVORES DE DECISÃO

*Eduardo Souza de Oliveira (Faculdade de Tecnologia de Jacareí)*

*Elcio Hideiti Shiguemori (Instituto de Estudos Avançados)*

*Camila S. Anjos (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** O presente trabalho utiliza classificadores não-paramétricos baseados em árvores de decisão com o objetivo de classificar detalhadamente os diversos materiais de cobertura do solo urbano. As imagens orbitais e imagens obtidas por aeronaves remotamente pilotadas (ARP) utilizadas possuem alta resolução espacial, o que justifica a escolha de tais classificadores que possibilitam lidar com massiva quantidade de dados de entrada, além de serem pouco explorados no âmbito do Sensoriamento Remoto. Uma análise comparativa entre os conjuntos de dados é realizada ao fim do trabalho para verificar se ambos os sensores são capazes de discriminar com detalhes os materiais presentes no ambiente urbano.

## **PLANEJAMENTO DE CAMINHOS TRIDIMENSIONAIS PARA VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS DE ASA FIXA EM AMBIENTES HOSTIS**

*Davisom da Cunha Correa (Universidade Federal do Amazonas)*

*José Luiz de Souza Pio (Universidade Federal do Amazonas)*

**Resumo:** Este trabalho aborda a construção de um planejador de caminhos para navegação de um veículo aéreo não tripulado de asa fixa no espaço tridimensional. Considera-se que a navegação do veículo ocorre em desempenho de missões militares sobre regiões hostis com restrição de voo devido às condições climáticas e a presença de baterias antiaéreas, mísseis ou monitoramento por radar. De maneira diferente das tradicionais, a metodologia aqui desenvolvida obtém pontos específicos em regiões do espaço tridimensional que favoreçam os critérios de segurança do voo e dirigibilidade da aeronave e que também atendam aos requisitos da missão. Testes experimentais por meio de simulação em diferentes cenários mostram a aplicabilidade do planejador de caminho em veículos aéreos não tripulados reais no atendimento a segurança e na melhoria do desempenho da missão.

## Sessão Técnica VIII

### PARAMETRIZAÇÃO DOS FILTROS PASSA-BAIXAS DE SISTEMAS DE SONDAÇÃO DE CANAL POR CORRELADOR DESLIZANTE

*Luís Antônio Ribeiro Scudeler (Instituto Nacional de Telecomunicações)*  
*Dayan Adionel Guimarães (Instituto Nacional de Telecomunicações)*

**Resumo:** Correlatores deslizantes são comumente utilizados para sondagem de canais de comunicação sem fio, resultando em grande capacidade de rejeição de interferências e redução nas exigências de *hardware* para medidas em banda larga quando comparados com outras técnicas. Este artigo apresenta resultados de uma análise experimental sobre a influência da frequência de corte e do fator de forma dos filtros passa-baixas que compõem o correlador deslizante, e também da relação sinal-ruído, no desempenho do sistema de sondagem. Os resultados apresentados servem como diretrizes de projeto de tais filtros, com base na faixa dinâmica e no erro quadrático médio alcançados pelo sistema. Tais resultados ratificam algumas regras de projeto recomendadas na literatura e retificam ou complementam outras.

### AVALIAÇÃO POR MTF DA CÂMERA CCD DO FLIR DA AERONAVE P-3

*Hélio Maciel Kiyohara dos Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Raphael Efísio da Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Álvaro José Damião (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** Em decorrência de um processo de modernização ocorrido nas duas últimas décadas, diversos sistemas imageadores aeroembarcados foram incorporados à frota de aeronaves da Força Aérea Brasileira, o que ampliou as suas capacidades nas atividades de sensoriamento remoto aplicado à defesa. Como o emprego de um sistema em sua plenitude depende do profundo conhecimento de suas características, neste trabalho foi estimada a Função de Transferência de Modulação (*Modulation Transfer Function – MTF*) da câmera CCD (*Charged Coupled Device*) do FLIR (*Forward*

*Looking InfraRed*) de uma aeronave P-3 em voo. O método empregado foi o método do degrau inclinado (*slanted edge method*) e os alvos foram as marcações dos pontos de visada da pista de pouso do aeroporto de Aracaju. Esse tipo de medição permite conhecer a MTF do equipamento com a aeronave em condições operacionais, situação na qual a câmera estará sob influência dos parâmetros de voo da plataforma.

## **DEMONSTRADOR DE UM SISTEMA MAGE COM A ANTENA DO P-95 E PROCESSAMENTO EM TABLET**

*Rafael G. Licursi de Mello (2º/7º Grupo de Aviação)*

*Fernando R. de Sousa (Universidade Federal de Santa Catarina)*

*Cynthia Junqueira (ESPECTRO Ltda)*

*Adilson Chinatto (ESPECTRO Ltda)*

**Resumo:** Um demonstrador de Sistema de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) baseado em Rádio Definido por Software (RDS) com processamento em tablet e aplicação da antena do MAGE da aeronave P-95 é apresentado. Experimentos apontaram que o sistema, quando confrontado com emissões características de sinais de radar, foi capaz de detectar pulsos e seus parâmetros com uma taxa de erro em torno de 0,05 % quando apenas um sinal era recebido ou quando um ambiente eletromagnético complexo era simulado. O sistema também foi capaz de detectar pulsos sobrepostos, além de identificar emissores simulados segundo dados pré-cadastrados. Os resultados deste trabalho sugerem que a capacidade de processamento dos tablets e a abordagem da tecnologia RDS já permitem, atualmente, que Sistemas MAGE operem embarcados nestes dispositivos portáteis e convenientes.

## Sessão Técnica IX

### ELECTRONIC WARFARE TRAINING APPLICATIONS OF DECISION-SUPPORT SYSTEMS

*N. R. Osner (University of Pretoria)*

*W. P. du Plessis (University of Pretoria)*

**Abstract:** Electronic warfare (EW) and the electromagnetic spectrum (EMS) as a whole are often poorly understood due to their complex nature and the number of unique aspects inherent to the field. Therefore, better training that places a greater emphasis on a visual and interactive approach rather than a purely theoretical or mathematical one is required. One way in which this can be achieved is through the use of EW decision-support systems. These can be used at a higher level to assist EW decision makers in identifying situations where better countermeasure allocations can be made, or at a lower level to help military personnel to understand the interactions inherent in the EMS. One such system is discussed along with an example scenario that demonstrates how it can be applied to these training applications.

### PEAK DISPLACEMENT COMPARISON OF RC SLABS FROM BLAST TEST MEASUREMENT AND SDOF ANALYSIS

*Fausto Batista Mendonça (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Girum Urgessa (George Mason University)*

*Koshun Iha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Roberta Jachura Rocha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Atílio Fritz Fidel Rocco (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Abstract:** Both civil and military facilities are increasingly targeted by terrorist attacks. Understanding the mechanical behavior of reinforced concrete (RC) structures subjected to blast is of paramount importance. A full-scale experimental program consisting of four reinforced concrete slabs with compressive strength of 60 MPa, measuring 1.0 x 1.0 x 0.08 m, and subjected

to 2.7 kg of non-confined plastic bonded explosive, was conducted in blast test area of Science and Technology Aerospace Department (Brazilian Air Force). This paper presents theoretical peak displacement and compares with experimental displacement measured from the tests. Theoretical analysis was carried out using single degree of freedom (SDOF) models. The comparison showed that SDOF analysis worked very well in predicting the reinforced concrete slab peak displacement against blast effects.

## **ASTROS 2020 - UM ESTUDO DE CASO DA ANÁLISE MULTIDISCIPLINAR DA SEGURANÇA**

*Moisés da Silva Rodrigues (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Sidnei Barbieri (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Sendo a segurança, caracterizada por suas dimensões *safety* e *security*, um requisito inerente a qualquer projeto de sistemas, verifica-se ser fundamental que a mesma seja sempre objeto de análise no gerenciamento de riscos, devendo estar presente desde as fases iniciais da concepção até um eventual descarte. Assim, o presente trabalho se propõe a apresentar algumas técnicas de análise de *safety*, com suas diferenças e similaridades, exemplificando sua aplicação, tendo, para isso, como objeto o Sistema de lançamento múltiplo de foguetes ASTROS 2020, atualmente em desenvolvimento no Brasil.

## Sessão Técnica X

### EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE PERMITTIVITY AND PERMEABILITY OF AN ARRAY OF SPLIT-RING RESONATORS IN A X-BAND WAVEGUIDE

*Joaquim P. Leite Neto (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

*Joaquim J. Barroso (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Pedro J. Castro (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

*Antonio Tomaz (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Edimar B. Oliveira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Abstract:** The permeability and permittivity of an anisotropic metamaterial consisting of a periodic arrangement of resonant rings inserted in a rectangular waveguide excited by magnetic probes are determined experimentally. It is shown that a high transmission is achieved below the cutoff frequency of the empty guide, and depending on the intensity of the coupling between the magnetic probes and resonant rings the transmission system behaves like a balanced CRLH line (Composite Right/Left Handed) or as a purely LH line (Left-Handed). Although sufficient, the condition that the electric permittivity and magnetic permeability be both negative is not a necessary condition to ensure a negative refractive index over a frequency range, a situation in which the phase velocity is oppositely directed to the power flow.

### MATERIAIS DIELETRICOS E MAGNÉTICOS NÃO LINEARES PARA MELHOR DESEMPENHO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO NÃO LINEARES NA GERAÇÃO DE RF

*Elizete G. Lopes Rangel (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

*José O. Rossi (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

*Joaquim J. Barroso (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Pesquisas têm demonstrado a aplicabilidade de Linhas de Transmissão Não Lineares (LTNLs) em sistemas de comunicação de alta

velocidade e banda larga. A investigação do desempenho de LTNs na geração de rádio frequência de alta potência indica o potencial para substituir dispositivos eletrônicos a vácuo por LTLNs, que são de baixo custo e compactos. Este trabalho apresenta o princípio de operação de LTNs, um breve resumo sobre os resultados experimentais existentes na literatura e finaliza observando que existe uma premente demanda para o desenvolvimento de novos materiais dielétricos e magnéticos não lineares com características específicas que possibilitem o aprimoramento do desempenho das LTNs permitindo o aumento da eficiência por meio da redução das perdas e a operação em alta frequência por meio do incremento da não linearidade em meios dielétricos e magnéticos com estabilidade térmica.

## **ESTUDO DA SUSCETIBILIDADE AO IR DE UMA AERONAVE RECOBERTA POR MATERIAL ABSORVEDOR DE MICRO-ONDAS**

*Edson Luiz Cestini Gouveia (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mirabel Cerqueira Rezende (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo estudar a suscetibilidade ao infravermelho de uma aeronave recoberta por material absorvedor de micro-ondas. O infravermelho representa uma das maiores ameaças no teatro de operações moderno, e o conhecimento da suscetibilidade de uma aeronave é um fator importante para se evitar essa ameaça. Para alcançar o objetivo proposto, foram selecionados três tipos de materiais distintos, duas tintas aeronáuticas de cores diferentes e alumínio sem nenhum recobrimento para serem comparados com um material absorvedor de micro-ondas baseado em ferrocarbonila. Após a obtenção experimental de suas emissividades, todos foram submetidos a simulação calculada de radiação térmica em função do aquecimento aerodinâmico e por reflexão da radiação terrestre. Os resultados mostraram pouca variação na energia emitida pela aeronave recoberta com MARE em comparação àquelas pintadas com tinta aeronáutica, sugerindo que a adoção desse tipo de material não interfere significativamente na suscetibilidade ao infravermelho da aeronave.

## Sessão Técnica XI

### GERAÇÃO DE SINAL ARBITRÁRIO NA FAIXA DE RF EMPREGANDO AUTO-HETERODINAGEM ÓPTICA PARA APLICAÇÃO EM RADAR E GUERRA ELETRÔNICA

*Rodrigo Baroni (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Felipe S. Ivo (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Olympio L. Coutinho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Sistemas radares com recursos de guerra eletrônica empregam, em geral, formas de onda com modulação intrapulso na transmissão, associada à compressão de pulso na recepção. Essa característica da forma de onda permite desassociar resolução em distância e alcance máximo. A geração fotônica de sinais arbitrários tem sido exaustivamente pesquisada devido às vantagens relativas à elevada frequência de operação e largura de banda instantânea. Neste artigo, é demonstrado resultado experimental recente da geração fotônica por meio da técnica de auto-heterodinagem óptica de sinal de RF com largura de banda instantânea de 1,35 GHz e compressão do pulso de 1800 vezes em relação à duração do pulso de RF gerado e valor de Produto Tempo-Largura de Banda superior a 3600.

### FILTRO DE RF FOTÔNICO SINTONIZÁVEL POR VARIAÇÃO DE TEMPERATURA EM LASER DFB

*Felipe S. Ivo (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Rodrigo Baroni (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Olympio L. Coutinho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este artigo utiliza a técnica de conversão de modulação óptica de fase em intensidade associada a variação do comprimento de onda do laser DFB para implementar um filtro fotônico de radiofrequência (RF) do tipo passa faixa com largura de banda de 154 MHz sintonizável na faixa de frequência de 0,5 a 3,0 GHz, com potencialidade de ser aplicado para processamento fotônico de sinais de micro-ondas na área de Guerra

Eletrônica (GE). A técnica de conversão de modulação óptica de fase em intensidade é realizada a partir de uma grade de Bragg especial, projetada com um vale de baixo coeficiente de reflexão óptico. Um modelo matemático é proposto a partir de uma fundamentação teórica. Resultados experimentais de demonstração de conceito e uma aplicação em Guerra Eletrônica são apresentados.

## **SIMULAÇÃO DA REDUÇÃO DOS EFEITOS DA DISPERSÃO CROMÁTICA EM ENLACES ÓPTICOS PELA INDUÇÃO DO FENÔMENO NÃO LINEAR AUTO MODULAÇÃO DE FASE (SPM)**

*Rogério Barbosa Marques (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Joaquim J. Barroso (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Edimar B. Oliveira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Os enlaces ópticos possibilitam a transmissão de sinais em frequências ópticas (THz) modulados por sinais elétricos de mais baixa frequência (GHz), com aplicação direta em sistemas radar. No entanto, a dispersão cromática é um fenômeno presente na fibra óptica que provoca o desvanecimento cíclico da potência do sinal detectado. Neste trabalho, foi demonstrado por meio de simulação que a indução do fenômeno não linear SPM (*Self Phase Modulation*) reduz os efeitos da dispersão cromática, pois o balanço entre esses dois fenômenos resulta na amplificação paramétrica das bandas laterais de modulação. Com o aumento da potência óptica da fonte laser para +10 dBm foi possível deslocar em 5 km os pontos de nulos da potência detectada.

## Sessão Técnica XII

### UTILIZAÇÃO DA HEURÍSTICA EXTREMAL OPTIMIZATION PARA ALOCAÇÃO COORDENADA DE MÚLTIPLOS ALVOS EM COMBATE AÉREO BVR

*Leonardo Honório Macedo (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Rodrigo Arnaldo Scarpel (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Henrique Costa Marques (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este trabalho investigou a heurística *Extremal Optimization* (EO) para a resolução do problema de Alocação Armamento-Alvo, do inglês *Weapon-Target Assignment* (WTA), quando aplicado a um contexto de Combate Aéreo Além do Alcance Visual, do inglês *Beyond Visual Range* (BVR). O WTA é um problema de otimização combinatória, classificado como NPCompleto. Devido a esta característica, sua complexidade cresce exponencialmente a medida que o número de variáveis aumenta. Assim, métodos heurísticos se mostram os mais adequados a esta classe de problemas, se comparado a tentativa de resolução por métodos exatos. O Experimento realizado neste trabalho demonstrou que o EO adaptado ao WTA em um cenário de combate BVR convergiu rapidamente para o mínimo global da função, mostrando-se bem adequado a resolução de problemas desta classe.

### PRIORIZAÇÃO DE AÇÕES PARA OTIMIZAR SISTEMAS DE EMISSÃO DE ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS

*Maria Teresa Piacesi (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Ana Lúcia Pegetti (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Glaysse Ferreira Perroni da Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mischel Carmen Neyra Belderrain (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O presente artigo tem por objetivo propor a priorização de ações para a otimização do sistema de alertas do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), por meio do método multicritério de apoio à decisão AHP - *Analytic Hierarchy Process*,

com as abordagens Ratings e AIJ (*Aggregated Individual Judgments*). O problema foi estruturado com o emprego de mapas cognitivos, construídos e validados com especialistas da sala de monitoramento do CEMADEN. A partir dos mapas foi possível extrair as alternativas a serem avaliadas pelo método AHP. Os critérios para a elicitação de preferências basearam-se nas metas do Plano Plurianual 2016-2019 do Governo Federal. A aplicação do método AHP com Ratings AIJ mostrou-se a mais adequada devido ao grande número de alternativas disponíveis para avaliação e pelo contexto de decisão em grupo.

## **ALOCAÇÃO DE AERONAVES BASEADA EM CENÁRIOS UTILIZANDO O MÉTODO FITRADEOFF**

*Diego Alves Nunes (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Giovanni Fiorenza Munaretto (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Talita Alessandra da Silva (Instituto de Aplicações Operacionais)*

*Mischel Carmen Neyra Belderrain (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Nissia Carvalho Rosa Bergiante (Universidade Federal Fluminense)*

**Resumo:** Operações de busca e resgate são caracterizadas pela complexidade, dinamismo e incertezas associadas à sua execução. A coordenação destas missões é feita por meio de um comandante, militar responsável pelo processo de tomada de decisão, cujas consequências tem alto impacto no sucesso ou não da missão. A fim de controlar estes efeitos, é interessante que o decisor utilize um método de apoio à decisão multicritério, cuja etapa de elicitação de constantes de escala associadas aos critérios é fundamental. O método FITradeoff (*Flexible and Interactive Tradeoff*) surge como opção para esta atividade uma vez que oferece uma abordagem de elicitação flexível, a qual exige menor esforço cognitivo do decisor e, portanto, implica em menor probabilidade de inconsistência. Desta forma, utiliza-se o método FITradeoff para definir a aeronave a ser utilizada em uma missão de busca e resgate segundo um conjunto de critérios e sob diferentes cenários, cujos elementos podem modificar as preferências entre os critérios gerenciados pelo decisor. Os resultados obtidos reforçam a capacidade do método em obter soluções equilibradas

de acordo com a hierarquia de critérios, além de apresentar maneiras de contornar algumas limitações associadas ao FITradeoff.

## Sessão de Pôsteres

### **AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE MICROALGAS**

*Herlandí de Souza Andrade (Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá)*

*Milton de Freitas Chagas Jr. (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

*Messias Borges Silva (Universidade Estadual Paulista)*

*Gabriel Jesus (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

**Resumo:** A produção de biocombustível a partir da biomassa de microalgas é tecnicamente viável, contudo, a viabilidade econômica dos métodos propostos ainda é um ponto a ser desenvolvido. Assim, utiliza-se, neste projeto, ferramentas de prospecção tecnológica, para a identificação de novas técnicas ou métodos que possam ser aplicados aos processos relativos à produção/extração do biodiesel e que impactem no aumento da produtividade e na redução de custos, e por consequência, na viabilidade econômica e na inovação tecnológica dos produtos destes processos. Para avaliar as tecnologias prospectadas, uma ferramenta importante a ser aplicada neste projeto é a avaliação do Nível de Maturidade das Tecnologias (TRL) desenvolvidas. A avaliação da maturidade tecnológica, por meio do TRL, é importante para indicar o esforço necessário a ser empreendido na pesquisa e no desenvolvimento de cada tecnologia a ser aplicada no processo de produção/extração de biodiesel, ora em estudo, dando subsídio aos pesquisadores desta linha de pesquisa para condução de seus projetos, bem como abrir novas frentes de estudos e pesquisas.

## CARACTERIZAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE NANOCOMPÓSITOS FLEXÍVEIS DE PSU/NEGRO DE FUMO OBTIDOS VIA ELETRIFICAÇÃO

*Daniel C. Silveira (Universidade Estadual de São Paulo)*

*Tiago T. S. Braga (Universidade Estadual de São Paulo)*

*Newton A. S. Gomes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mirabel C. Rezende (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Edson C. Botelho (Universidade Estadual de São Paulo)*

**Resumo:** A interferência por ondas eletromagnéticas tende a ser cada vez mais presente nos dias atuais, principalmente devido ao aumento do emprego dos mais diversos aparelhos eletrônicos. Com isso torna-se crucial o desenvolvimento da classe de materiais que interagem com ondas eletromagnéticas, com destaque para os materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE). Os MARE interagem com campos elétricos e/ou magnéticos das ondas, convertendo energia de onda em calor por efeito Joule, deste modo reduzindo a radiação espúria e protegendo componentes eletrônicos durante sua operação. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo a caracterização eletromagnética de um compósito nanoestruturado, obtido a partir da eletrofiação de solução polimérica de polisulfona (PSU) dissolvida em N-N-dimetil-acetamida (DMAC) e com teor de negro de fumo (NF), disperso via ponteira ultrassônica. As nanofibras foram eletrofiadas a partir de parâmetros ótimos, sendo a distância de trabalho entre coletor e seringa de 15 cm, tensão aplicada entre 18 e 22 kV e solução polimérica com 28 % em massa (%m/m) de PSU. O teor de NF disperso foi de 4 %m/m da solução obtida. A morfologia das nanofibras foi avaliada via microscopia eletrônica de varredura (MEV). Por meio de processamento contínuo da solução polimérica com NF foram sintetizadas mantas flexíveis do nanocompósito, que posteriormente passaram por caracterização eletromagnética em analisador vetorial de redes (AVR) e guia de ondas retangular. Os parâmetros de espalhamento (transmissão e reflexão) foram determinados para a faixa de frequências compreendidas entre 8,2 e 12,4 GHz, a banda X das micro-ondas. Verifica-se que as nanofibras com 4 %m/m de NF possuem caráter pouco refletor, principalmente para frequências mais altas da banda X, e atenuação branda

das micro-ondas através de sua microestrutura, com S42 praticamente constante para a faixa de frequências avaliada. A máxima absorção de energia das micro-ondas é de 45,2% para frequências próximas a 12,4 GHz.

## **INVESTIGATION OF REINFORCED CONCRETE SLABS BEHAVIOR AGAINST BLAST VARYING SCALED DISTANCE AND STEEL REINFORCEMENT RATIOS**

*Fausto Batista Mendonça (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Girum Urgessa (George Mason University)*

*Koshun Iha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Roberta Jachura Rocha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Atílio Fritz Fidel Rocco (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Abstract:** Terrorist attacks and accidental explosions are occurring frequently in the world encompassing both military and civilian assets and life. These events bring hazards to essential and supporting structures and may lead to structural failure or loss of human life. These structures are often made from reinforced or modified concrete. The objective of this study is to analyze the concepts of wave front of blast against reinforced concrete structures, using displacement meters. Reinforced concrete slabs with different values of static compressive strength, steel reinforcement ratio and under different scale distance were the targets. The slabs were subjected to non-confined PBX explosive and the sensors could register the displacement of the slab during the explosion. The collected data were analyzed comparing the displacement results with the literature. A first analysis showed that the slab partially absorbs the blast energy before cracking due to the reinforcement ratio.

## **ACIDENTE COM GRÃO PROPELENTE OCORRIDO NO LABORATÓRIO DE PESQUISAS EM MATERIAIS ENERGÉTICOS DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

*Moacyr Machado Cardoso Junior (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Atílio Fritz Fidel Rocco (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Clovis Tadeu Antunes Moreira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo analisar as possíveis causas do acidente ocorrido no laboratório de pesquisas em materiais energéticos do Departamento de Química do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, durante o procedimento de preparo do grão propelente sólido baseado na mistura de Sorbitol com Nitrato de Potássio grau comercial para a iniciativa dos alunos de graduação do projeto assim designado *Rocket Design*. O acidente culminou com a queima completa do grão propelente causando lesões leves nos alunos envolvidos na iniciativa, além da perda de materiais e equipamentos no laboratório de pesquisas. Para a investigação e análise foram utilizadas a Árvore de Causas, visando identificar fatores contribuintes e causas-raiz do acidente, aliado à ferramenta de Mapas Conceituais para facilitar o entendimento dos eventos. Medidas de prevenção para a retomada das atividades foram propostas de forma a evitar e/ou mitigar novas ocorrências na atividade utilizando-se para tanto da técnica *Bow-Tie*.

### **INTEROPERABILIDADE DE COMANDO E CONTROLE: INTEGRAÇÃO DO SPA-C2 AO BARRAMENTO DE COMUNICAÇÃO**

*Tomás de A. T. Botelho (Centro de Análise de Sistemas Navais)*

*Luiz Antônio O. A. Junior (Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo)*

**Resumo:** O projeto Interoperabilidade de Comando e Controle (INTERC2) construiu um Barramento de Comunicação, em arquitetura orientada a serviços (SOA), que permite a troca de mensagens entre os sistemas de Comando e Controle das Forças Singulares (FS) e o Sistema de Planejamento Operacional Militar (SIPLOM), no nível operacional, particularmente, nas Operações Conjuntas, contribuindo para a acelerar o ciclo OODA. O Barramento de Serviços Corporativo utiliza o modelo JC3IEDM para o intercâmbio de dados e mensagens do método ADEM para tramitação das informações entre sistemas. O processo de integração entre sistemas é complexo, devido à necessidade e especificações de interfaces bem definidas para ambos os sistemas. Estas interfaces garantem que as informações enviadas por um sistema serão corretamente recebidas e interpretadas pelo outro sistema, após transitarem pelo Barramento. Atualmente, na fase de integração com os Sistemas de Apoio à Decisão das Forças Singulares, foram

estabelecidas as ligações com o sistema de Comando e Controle da Força Aérea Brasileira, o Sistema de Planejamento e Análise de Comando e Controle (SPA-C2).

## **OPORTUNIDADE DE INTEGRAÇÃO DO MODELO STPA COM OUTRAS FERRAMENTAS DE ANÁLISE DE RISCOS NO SETOR AEROESPACIAL**

*Sarah Francisca de Souza Borges (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Moacyr Machado Cardoso-Junior (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Bruno Parente Norberto (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este pôster descreve as principais definições e passos do modelo Teórico - Sistemático de Análise de Processos - STPA (do inglês, *Systems-Theoretic Process Analysis*), utilizado para análise de perigos baseado no pensamento sistêmico que considera a relação hierárquica (*top-down*), trazendo como benefício a análise de diferentes perspectivas de cenários. O objetivo desta análise foi verificar a possibilidade de aplicação desta abordagem em conjunto com outras ferramentas da área de análise de riscos, como: *Checklist*, *Brainstorming*, *What If*, Análise de Causa e Consequência, entre outros.

## **ANÁLISE DE RESILIÊNCIA DE REDE DE SUPRIMENTOS: UMA PERSPECTIVA DE DEFESA**

*Marcus Vinícius Vilas Boas (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Renato Cesar Sato (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O presente trabalho propõe um estudo de análise de redes resilientes de suprimentos em um contexto de defesa, especificamente em como análises de centralidade podem ajudar a entender a importância de alguns nós para a rede. Em uma rede de suprimentos não se pode levar em conta somente o fluxo de materiais, é necessário também entender o fluxo de comunicação. A partir disso, redes de suprimentos são simuladas baseadas no modelo de defesa chamado Ultralog, utilizando o *software* NetLogo. Uma das redes simuladas é analisada no *software* Pajek e algumas inferências são feitas para futura criação de um modelo de resiliência de

rede. A medida de *Betweenness Centrality* é testada em várias outras redes e é verificado que redes grandes tendem a ter uma centralidade menor nesse quesito. Os *softwares* utilizados para simulação e análise mostraram-se satisfatórios e atenderam a necessidade do trabalho. Os dados de centralidade de rede analisados serão cruciais para a criação do modelo de redes resilientes. Limitações do trabalho são colocadas como propostas para trabalhos futuros.

## **DEEP LEARNING PARA PREVISÃO DOS PREÇOS DAS AÇÕES DA SAAB**

*Jennifer Pires (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Renato Sato (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Recentemente a empresa de empresa de defesa e segurança SAAB e a Embraer Defesa & Segurança iniciaram atividades no Centro de Projetos e Desenvolvimento do Gripen (*Gripen Design Development Network - GDDN*) no município de Gavião Peixoto (SP). Nesse centro será realizado o desenvolvimento tecnológico do Gripen NG no Brasil. Esse desenvolvimento conta também com a participação de empresas como AEL Sistemas, Atech, Akaer e Força Aérea Brasileira, por meio de seu departamento de pesquisa DCTA. A literatura acadêmica sugere o desenvolvimento superior das grandes empresas em inovação são decorrentes de altos fluxos de caixa que promovem o financiamento das inovações. Utilizando o preço das ações como uma medida do valor da empresa propomos um modelo de predição utilizando aprendizado de máquina não supervisionado, especificamente o método conhecido como *Deep Learning*. Utilizou-se *Long Short-Term Memory* (LSTM) um tipo especial de Rede Neural Recorrente (*Recurrent Neural Network – RNN*), que é capaz de aprender dependências de longo prazo. O modelo aqui exposto de predição acompanhou o movimento do preço real.

## **PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA ANÁLISE DE STAKEHOLDERS EM PROJETOS AEROESPACIAIS**

*Kátia Cardoso Bacelar Deglane (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Luís Eduardo V. da Costa Loures (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Roberto Gil Annes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Herlandí de Souza Andrade (Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá)*

**Resumo:** A análise de *stakeholders* é aplicada em diversas disciplinas, podendo ser denominada diferentemente em cada uma delas. Na disciplina de Planejamento Estratégico, a análise de *stakeholders* é realizada quando da análise de ambientes organizacionais. Na disciplina de Gestão de Projetos, a análise de *stakeholders* é realizada para a viabilização de gestão do Plano de Gerenciamento das Partes Interessadas. Na disciplina de Engenharia de Sistemas, a análise de *stakeholders* é realizada durante a análise de requisitos. Em organizações que desenvolvem produtos complexos, essas três disciplinas são pertinentes e as atividades de análise de *stakeholders* são repetidas, quando cada uma dessas disciplinas é aplicada. Isso gera duplicação de esforços e, conseqüentemente, desperdício. Em decorrência disso, este trabalho apresenta um método único de análise de *stakeholders*, que possa atingir os objetivos das diferentes análises de *stakeholders*. De modo geral, concluiu-se que uma única análise de *stakeholders* pode ser realizada, conforme o método proposto, para atender os objetivos da Engenharia de Sistemas.

## **FATORES DE SUCESSO NA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA COM BASE EM PROPRIEDADE INTELECTUAL**

*Herlandí de Souza Andrade (Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá)*

*Messias Borges Silva (Universidade Estadual Paulista)*

*Milton de Freitas Chagas Jr. (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

*Kátia Cardoso Bacelar Deglane (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Roberto Gil Annes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Luís Eduardo V. da Costa Loures (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** As Instituições Científicas e Tecnológicas brasileiras produzem tecnologias que podem transformar-se em inovações, quando se criam as condições adequadas para que ocorra a sua transferência para as organizações do setor produtivo. A transferência de tecnologia é uma das fases mais importantes do processo de desenvolvimento científico e tecnológico, que, quando bem-sucedido, agrega sentido econômico e social

aos recursos disponibilizados para esse fim. O objetivo desta pesquisa é identificar os principais fatores de sucesso para transferência de tecnologia baseada em propriedade intelectual. Ao fim desta pesquisa, chegou-se na definição de alguns fatores críticos para o sucesso na transferência da tecnologia, como: o estágio de desenvolvimento da tecnologia, investimento de tempo e outros recursos, capacitação e qualificação das pessoas envolvidas no processo, capacidade técnica de absorção da tecnologia, capacidade para escalonamento da tecnologia, capacidade financeira para a continuidade do desenvolvimento, entre outras.

### **TiO<sub>2</sub>:WO<sub>3</sub> SENSORS DOPED WITH NIOBIUM OXIDE - HUMIDITY RESPONSE CHARACTERIZATION BY IMPEDANCE SPECTROSCOPY**

*Juliano Libardi (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Pedro M. Faia (Universidade de Coimbra)*

*Douglas M. G. Leite (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Argemiro S. S. Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Abstract:** Composite semiconductor sensors have emerged as an alternative for moisture sensors due to the fabrication feasibility of compact and small dimension sensors, good reproducibility, low cost, and chemical and physical stability in aggressive atmosphere. The electronic/ionic charge transfer reactions that takes place at the sensor surface and inside the pores can be used for detection/measure of relative humidity (RH). Thus, final physical/chemical properties highly influences the sensing material conduction mechanisms. Tailor the composite composition and different doping loads are one way for achieving better sensitivity in the full RH range. In this work the sensors were fabricated from powder mixture of TiO<sub>2</sub>:WO<sub>3</sub> with composition of 48.92:51.08 (wt%) and doped with 2, 4 and 6 (wt%) contents of Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. The sensors were investigated concerning microstructural characterization and their electrical response was measured in the range 400 Hz - 40 MHz, at the operating temperature of 20 and 30°C and on the relative humidity (RH) range between 10-100%.

## **USO DO CONCEITO DE CAPACITOR ELÉTRICO NA MODELAGEM DE DESCARGA ELETROSTÁTICA NO GRÃO PROPELENTE SÓLIDO COMPÓSITO ALUMINIZADO**

*Jorge Fernando Leite Monteiro (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Atílio Fritz Fidel Rocco (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Descargas eletrostáticas podem ser uma das formas de ignição de motores foguete do tipo sólido devido, principalmente, às condições de produção, estocagem e manuseio. Observa-se, entretanto, que uma maior suscetibilidade a descargas eletrostáticas pode estar vinculada com um aumento da concentração mássica do alumínio em formulações de materiais energéticos (compósito). O estudo deste fenômeno demanda compreensão do papel do propelente aluminizado como material dielétrico capaz de armazenar cargas, aproximando um motor foguete carregado a um capacitor com todas suas características físicas inerentes. Trata-se de um problema operacional da Força Aérea que necessita investigação detalhada devido aos prejuízos materiais além de atrasos no desenvolvimento de projetos, inerentes a uma ignição indesejada. Neste caso, incorre-se em potenciais riscos acidentais envolvendo perda de vidas humanas além de materiais. O objetivo deste trabalho é modelar um capacitor elétrico onde o motor foguete carregado a propelente sólido aluminizado simule a energia elétrica que pode ser acumulada no grão. Esta simulação empregará o software *Comsol Multiphysics* comparando o valor de uma possível descarga eletrostática com a energia necessária para ignitar o grão.

## **AVALIAÇÃO DE ABSORVEDORES DE MICRO-ONDAS BASEADOS EM PARTÍCULAS DE ALUMÍNIO EM MATRIZ DE RESINA EPÓXI**

*Felipe Pinto (Universidade Federal de São Paulo)*

*Magali Ueno (Universidade Federal de São Paulo)*

*Simone de S. Pinto (Universidade Federal de São Paulo)*

*Fábio Passador (Universidade Federal de São Paulo)*

*Newton A. S. Gomes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mirabel C. Rezende (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo principal a avaliação de compósitos baseados em partículas de alumínio (Al) inseridas em matriz de resina epóxi, como Material Absorvedor de Radiação Eletromagnética (MARE). Para isto, as partículas de alumínio foram inseridas em uma matriz de resina epóxi comercial variando-se as proporções entre 0,1 e 30% (m/m), mantendo-se a espessura do corpo de prova igual a 9 mm. As partículas de alumínio foram caracterizadas por análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e as formulações de alumínio/resina epóxi foram avaliadas via medidas dos parâmetros  $\epsilon$  e  $\mu$ , na faixa de frequências de 8,2 a 12,4 GHz. As análises de MEV mostram que a partícula apresenta tamanho de 10  $\mu\text{m}$ . Os valores de RL (atenuação) foram calculados para a mostra 30%-Al (m/m) apresentando uma atenuação de -9.6 dB, que equivalendo a 87,4% de atenuação da radiação eletromagnética incidente.

### **CONVERSORES DE FREQUÊNCIA FOTÔNICOS PARA APLICAÇÃO EM SIMULADORES DE SINAIS RADAR**

*Olympio Lucchini Coutinho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Leandro da Silva Lopes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** O trabalho visa ampliar, por meio de técnicas de *up/down conversion*, as possibilidades dos geradores de sinais radar que criam ambientes eletromagnéticos atualmente operando em faixa de frequência de 0,5 GHz a 18 GHz, para até 40 GHz. Para alcançar este objetivo, a proposta é trabalhar com uma frequência intermediária da ordem de 20 GHz e, a partir de um sinal de referência gerado por fontes eletrônicas em frequência mais baixa, utilizar o batimento de frequências para obter uma portadora RF em faixa mais elevada.

### **MATERIAIS ABSORVEDORES DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA, BASEADOS EM MATRIZ POLIMÉRICA ALQUÍDICA DE USO AERONÁUTICO**

*Vinicius M. Freire (Universidade Federal de Santa Catarina)*  
*Viviane L. Soethe (Universidade Federal de Santa Catarina)*  
*Rafael G. Delatorre (Universidade Federal de Santa Catarina)*  
*Isabelle G. Quintiliano (Universidade Federal de Santa Catarina)*

*Samuel Scarpari (Universidade Federal de Santa Catarina)*  
*Moisés L. Parucker (Universidade Federal de Itajubá)*  
*Mirabel C. Rezende (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Os Materiais Absorvedores de Radiação Eletromagnética (MARE) têm recebido muita atenção nas últimas 4 décadas, devido às crescentes exigências das legislações governamentais no controle de níveis de radiação eletromagnética espúria emitida por equipamentos eletrônicos, das normas industriais de compatibilidade e interferência eletromagnética, envolvendo basicamente as indústrias de equipamentos eletrônicos e telecomunicações, bem como a demanda da sociedade na confiabilidade nos equipamentos eletrônicos. Os MARE são muito utilizados no controle da radiação indesejada e, normalmente, o desempenho mínimo exigido é uma absorção de 50 % da radiação incidente na faixa de frequências de interesse. No setor militar os MARE são amplamente utilizados na redução de assinatura radar de plataformas terrestres, marítimas e aéreas, principalmente contra radares de traqueamento e radares com operação em modo SAR. Outras aplicações no setor de defesa envolvem a resolução de problemas de EMI/EMC, sendo que em muitas vezes problemas nessa área são solucionados somente com a utilização de MARE. Este trabalho é composto de uma combinação de dois comprovados absorvedores, dióxido de titânio de fase Anatase e o óxido férrico, a matriz utilizada para a combinação é polimérica, um verniz alquídico fosco, com homologações aeronáuticas. Essa combinação de substratos se mostrou eficiente, como demonstrado por Freire (2016). Propõe-se então nesse trabalho uma nova matriz, como uma possível aplicação no meio aeronáutico, se analisadas num espectro de 8 até 12 GHz.

## **OBTENÇÃO DA POLIANILINA E SUA AVALIAÇÃO COMO MARE NA BANDA X**

*Rafaela C. Flipsen (Universidade Federal de São Paulo)*  
*Simone de S. Pinto (Universidade Federal de São Paulo)*  
*Newton A. S. Gomes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*  
*Mirabel C. Rezende (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo principal a obtenção do polímero condutor polianilina (PAni) e a avaliação do comportamento de materiais absorvedores de radiação eletromagnética (MARE), formulados a partir da PAni sintetizada, em diferentes proporções, em uma matriz de resina epóxi comercial. Para isto, a PAni foi inserida na resina epóxi nas proporções de 5, 10, 15 e 20% (m/m), variando-se a espessura dos corpos de prova entre 2 e 9 mm. O produto da síntese foi analisado por meio de análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e as formulações de PAni/resina epóxi foram caracterizadas via ensaios de refletividade na faixa de frequências de 8,2 a 12,4 GHz. As análises de MEV mostram o sucesso na obtenção do polímero condutor. E, as medidas de refletividade da amostra com 20% em massa de PAni em resina epóxi apresentam um máximo de atenuação de -25 dB (~99,7% de atenuação), em 11 GHz. O estudo da influência da espessura confirma que este parâmetro tem influência significativa no desempenho de MARE.

## **METAL-INSULATOR-METAL TUNNEL DIODES ON MICRO/NANO ANTENNAS FOR ENERGY HARVESTING AND DETECTOR APPLICATIONS**

*Liangrid Lutiani Silva (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Newton Adriano dos Santos Gomes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Vilson Rosa Almeida (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Abstract:** There are open issues related to efficient rectifying device (diode) for effective applications on energy harvesting and detectors based on micro/nanoantennas. Diodes based on Metal-Insulator-Metal (MIM) structure is one of the best candidates for this task, mainly due to its relative simple architecture, as well as its capability to achieve high frequency operations (i.e. Terahertz and optical frequency regimes). The tunneling current mechanism is the main effect that allows fast diode performances. However, there are challenges related to the fabrication process, due to very low thickness of its insulator barrier, usually below 3 nm. Motivated by this, in this theoretical study we design MIM diodes based on very promising insulator for THz and optical frequency operations based on Zinc Oxide (ZnO), combining with Aluminum (Al), Zinc (Zn) and Copper (Cu) metals; we analyze

some basic performance features, assuming variations of the insulator thickness.

## **PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE GUERRA ELETRÔNICA ATRAVÉS DO USO DOS CONCEITOS DE RF EM FOTÔNICA E LABORATÓRIO REMOTO**

*Eduardo Mendes Marcondes (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Olympio Lucchini Coutinho (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Felipe Streitenberger Ivo (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** As evoluções tecnológicas criam a necessidade de adaptação e uso de plataformas militares cada vez mais desenvolvidas e voltadas para a Guerra Eletrônica, as quais, por sua vez, exigem sistemas complexos que sejam capazes de avaliar seu desempenho e treinar seus operadores. Uma vez que tais ambientes eletromagnéticos envolvem sinais em micro-ondas, surge o desafio de se conectar por longas distâncias as plataformas aos laboratórios de testes. O uso de tecnologias de RF em fotônica, associado ao conceito de laboratório remoto, busca solucionar este problema e permitir aplicações ainda mais audaciosas.

## **ANTENA BANDA LARGA HF PARA O BLINDADO GUARANI**

*Marcos Arend (AEL Sistemas)*

**Resumo:** É apresentada uma nova proposta de antena (“Espiral Capacitiva”) que visa minimizar a altura, aumentar o rendimento e banda em relação às antenas de HF de mercado, proporcionando vantagens operacionais consideráveis ao novo veículo de combate do Exército Brasileiro, o VBTP-MR Guarani. Antenas de HF embarcadas apresentam desafios inerentes de antenas eletricamente pequenas (AEP), por apresentarem baixa eficiência e banda estreita. O artigo apresenta resultados de eficiência superior as soluções de mercado (>3dB) e características de variação de impedância em função da frequência menores, característica que permitem operar em bandas maiores e reduzir os custos dos circuitos de sintonia. Ex. Para uma

banda de 24kHz @ 8 MHz a parte real da impedância varia 18% sem placas capacitivas e apenas 5,5% para uma largura de placa de 900 mm.

## **DESIGN OF A LOW-LATENCY ROBUST ASYNCHRONOUS INTERFACE FOR GLOBALLY-ASYNCHRONOUS LOCALLY-SYNCHRONOUS (GALS) SYSTEMS**

*Duarte L. Oliveira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Tiago Curtinhas (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Lester A. Faria (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Leonardo Romano (Centro Universitário FEI)*

**Abstract:** Contemporary digital systems must necessarily be based on the “System-on-Chip – SoC” concept. A natural implementation of SoC circuit uses global clock, but in DSM technology (Deep-Sub-Microm) global clock signal causes serious problems. An interesting style for SoC design that reduces the problems of the global clock is the GALS (Globally Asynchronous, Locally Synchronous) paradigm. Currently, the major drawback in the design of a GALS system, shows to be the asynchronous interface. The interface is of the type asynchronous wrapper (AWs), where the AWs found in literature are based on two controller ports that are asynchronous finite state machines. They are responsible for data communication between locally synchronous modules and are important in the performance of GALS systems. In addition, these ports are subject to essential hazard. This paper proposes a novel asynchronous wrapper based on a unique port controller aiming to the point-to-point GALS style and easily generalized to multi-point GALS systems. The proposed asynchronous wrapper allows the communication between modules to be performed in the two-phase handshake protocol, which reduces the latency time when compared to the previous ones, and is robust, the essential hazard. A comparison with seven wrappers found in literature shows that the proposed wrapper leads to an average reduction in latency time of 81% and average reduction in area of 83% in the FPGA (Field Programmable Gated Array) platform.

## LOAD INFLUENCE IN THE EFFICIENCY OF A LOW VOLTAGE CAPACITIVE NONLINEAR TRANSMISSION LINE

*Elizete G. L. Rangel (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

*José O. Rossi (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*

*Joaquim J. Barroso (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*E. Schamiloglu (Universidade do Novo México)*

**Abstract:** Several works on Nonlinear transmission lines (NLTLs) have demonstrated their suitability for application in communication systems, these applications involve techniques for forming and sharpening a short electrical pulse to achieve pulse compression, frequency multiplier, phase shifter, pulsed radar, battlefield communication disruption and also RF generation, holding a great potential for replacing vacuum electron tubes as a low cost and fully solid state technology. This paper addresses the influence of the load termination on the efficiency of a low voltage NLTL. The performance was assessed by simulation with the software LT-Spice. The efficiency of the capacitive NLTL was evaluated by the analysis of the signals in frequency domain by calculating the percentage ratio of output to input energy of the Fast Fourier Transform (FFT) input and output signals. The analysis of frequency domain signals shows that RF conversion efficiency is affected by the load termination. The increase of the load resistor value from 390  $\Omega$  to 50 k $\Omega$  caused the rise of the RF efficiency conversion from 4.4 to 19.3 %. For a reactive load the RF efficiency is maximized with a resistor of 1k $\Omega$  and an inductor of 6 mH reaching the value of 14.7 %.

## UM MÉTODO SQFD PARA BALANCEAMENTO DE REQUISITOS DE USABILIDADE E SEGURANÇA PARA APLICAÇÃO WEB SEGURA

*Ricardo Férre Lacerda Ferreira (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Carlos Henrique Quartucci Forster (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Edgar Toshiro Yano (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este artigo apresenta o USASEC (*USAbility and SECurity*), uma especialização do *Quality Function Deployment para Software (SQFD)*, que é um método de priorização de requisitos com aplicabilidade demonstrada em

vários domínios na melhora da qualidade de software. O USASEC é capaz de integrar o impacto de requisitos de usabilidade e segurança durante o ciclo de vida de desenvolvimento da aplicação para reduzir possíveis retrabalhos da equipe de desenvolvimento. A ideia principal por trás do SQFD é ouvir os requisitos dos usuários e integrar essas necessidades às características técnicas. Neste artigo, abordam-se as características do USASEC focado nos requisitos de usabilidade e segurança empregados em uma aplicação Web do Exército Brasileiro, responsável pelo gerenciamento da investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos.

## **ANÁLISE EXPERIMENTAL DA REPRODUTIBILIDADE E AUTOCONSISTÊNCIA DE PROCEDIMENTOS DE CARACTERIZAÇÃO ELETRO-ÓPTICA**

*Reviane Cristina Lopes (Instituto de Estudos Avançados)*

*Gustavo Soares Vieira (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** Este trabalho apresenta investigações relacionadas à autoconsistência e à reprodutibilidade dos procedimentos de medição realizados para a caracterização eletro-óptica de sensores de infravermelho, efetuados no LaRaC (Laboratório de Radiometria e Caracterização de Sensores Óptica), do IEAv (Instituto de Estudos Avançados). Analisou-se os procedimentos de medição atualmente realizados para se obter a responsividade integral e a responsividade espectral. As análises aqui apresentadas foram realizadas avaliando-se medidas obtidas com um sensor térmico do tipo piroelétrico.

## **AVALIAÇÃO DA MTF DA CÂMERA DO QUADRICÓPTERO PHANTOM 4**

*Hélio Maciel Kiyohara dos Santos (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Álvaro José Damião (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** As aeronaves remotamente pilotadas (ARP) de pequeno porte estão cada vez mais populares. Como grande parte delas é capaz de carregar uma câmera, as aplicações que utilizam imagens aéreas, como o sensoriamento remoto, têm se beneficiado cada vez mais do baixo custo e da facilidade de operação desses equipamentos. A qualidade da imagem

gerada pela câmara dessas aeronaves depende de diversos fatores, entre eles a função de transferência de modulação (*Modulation Transfer Function* – MTF). Neste trabalho, utilizou-se o método do degrau inclinado (*Slanted Edge Method*) para realizar a caracterização da MTF da câmara de uma ARP Phantom 4. Além do experimento em laboratório, a MTF também foi medida durante um voo pairado em duas alturas diferentes, com o objetivo de verificar se os parâmetros de voo da plataforma influenciariam na qualidade da imagem obtida.

## **MODELAGEM DE UM SISTEMA DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS BASEADA EM PROCESSOS DECISÓRIOS DE MARKOV**

*Silvio R. A. O. FILHO (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Carlos H. C. RIBEIRO (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** A alocação de recursos possui vital importância em toda a cadeia de distribuição de diversos ambientes: governamental, de serviços ou industrial. Considerando a esfera militar, o não-atendimento de uma solicitação de recursos pode significar a perda de equipamentos de alto valor e até de vidas humanas. Um dos maiores problemas no planejamento de combate é a correta alocação de recursos. O objetivo deste trabalho é apresentar uma modelagem para solução do problema de alocação de recursos como um Processo de Decisão de Markov. Pois, o MDP oferece uma metodologia geral para a tomada de decisão e para o planejamento probabilístico. Sobre este modelo, propomos um algoritmo para lidar com múltiplos objetivos como a minimização dos riscos das operações e a quantidade de carga transportada. Além disso, o foco do algoritmo foi proporcionar ferramentas ao decisor que possam adequar o sistema na condição de incerteza, e proporcionar respostas adequadas e em tempo hábil.

## **OTIMIZAÇÃO DO AGENDAMENTO DE TAREFAS EM SISTEMAS SATELITAIS UTILIZANDO UM ALGORITMO GENÉTICO HÍBRIDO**

*José Carlos de Melo Júnior (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mischel Carmen Neyra Belderrain (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Mônica Maria de Marchi (Instituto de Estudos Avançados)*  
*Diego Geraldo (Instituto de Estudos Avançados)*

**Resumo:** O planejamento e agendamento das tarefas a serem executadas por um satélite de observação é de grande importância para os operadores de sistemas espaciais. Neste tipo de problema, o operador possui uma lista de demanda por imageamento, aqui são tratados como alvos, e deve definir quais serão imageadas ou não considerando as restrições do sistema satelital. Este tipo de problema é reconhecidamente complexo e existem diferentes abordagens para a obtenção de soluções de interesse. Neste trabalho será utilizado um Algoritmo Genético (AG) híbrido para resolver o problema de scheduling dos alvos a serem imageados. Será apresentado um AG baseado na ordenação topológica a fim de solucionar o problema de violações das restrições. Testes com instâncias de até 300 alvos serão realizados e o desempenho do AG proposto analisado.

### **MODELO FUZZY DE AGREGAÇÃO DE CONHECIMENTO DE ESPECIALISTAS NO FITRADEOFF**

*Jorge A. P. Mondadori (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Paraná)*  
*Mischel Carmen Neyra Belderrain (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma forma de agregação de preferências de especialistas utilizando o método de elicitação flexível de constantes de escala FITradeoff (*Flexible and Interactive Tradeoff*). Foi elaborada uma aplicação empírica onde inicialmente decisores, que atuam como docentes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, escolheram um modelo de controlador programável individualmente e posteriormente atuaram como especialistas, agregando suas avaliações por meio do MAVT (*Multi Attribute Value Theory*) tendo um supra decisor participando do *tradeoff* flexível proposto. Como resultado escolheu-se individualmente e em grupo o melhor controlador para atividades práticas em um curso técnico semipresencial. Desta forma pretende-se padronizar os controladores para que as atividades tenham maior efetividade didática em diversas unidades do SENAI ao mesmo tempo.

## ANÁLISE DE SHELF-LIFE DE MOTORES FOGUETES UTILIZANDO PROPELENTES BASEADOS EM HTPB/AP

*Ernesto Naoto Iwama (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*José Atilio Fritz Fidel Rocco (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

*Koshun Iha (Instituto Tecnológico de Aeronáutica)*

**Resumo:** Os propelentes baseados em HTPB/AP (Polibutadieno Líquido Hidroxilado / Perclorato de Amônio) são os mais comumente usados em maioria dos motores foguetes utilizado pelas Forças Armadas. Devido a necessidade de prontidão em caso de uma possível guerra, muitos motores foguetes são estocados e armazenados por longos períodos de tempo podendo ultrapassar o seu tempo de vida útil (*shelf-life*), comprometendo a segurança destes materiais energéticos. Este trabalho visou a análise de queima de 05 motores foguetes com 11 anos de *shelf-life*, em comparação com os dados obtidos no período de fabricação e homologação, de modo que, foi possível realizar a comparação de parâmetros tais como empuxo, pressão no interior da câmara, tempo de queima e de retardo de ignição.