



**OFERTAS TECNOLÓGICAS**  
**Instituto de Estudos**  
**Avançados**

**IEAv**

2025



**FORÇA AÉREA BRASILEIRA**  
*Asas que protegem o País*

# Sumário

## PATENTES

- 6** Acelerômetro angular e linear opto-mecânico baseado em Grades de Bragg em fibras ópticas
- 7** Cerâmicas nano estruturadas à base de óxido niobato de estrôncio e potássio com inserção de íons cobre e de íons boro e processo otimizado de fabricação de cerâmicas nano estruturadas à base de óxido niobato de estrôncio e potássio com inserção de íons cobre e de íons boro via sinterização aditivada com óxido de cobre e óxido de boro
- 8** Cerâmicas nano estruturadas à base de óxido niobato de estrôncio e potássio com inserção de íons cobre e processo otimizado de fabricação de cerâmicas nano estruturadas à base de óxido niobato de estrôncio e potássio com inserção de íons cobre via sinterização aditivada com óxido de cobre
- 9** Dispositivo e método para a caracterização de feixes de laser de baixa e alta potência baseado no espalhamento de luz
- 10** Divisor de polarização circular baseado em fibras ópticas de duplo núcleo ou multinúcleo torcidas helicoidalmente
- 11** Fibra óptica capilar com núcleo embutido
- 12** Porta-amostra coaxial hemisférico acêntrico com impedância casada e método de caracterização eletromagnética
- 13** Processo de fabricação de ferritas nano estruturadas  $\text{MnO-MgO-Fe}_2\text{O}_3$  caracterizadas por moagem por laser CuHBr
- 14** Processo de fabricação de ferritas nano estruturadas  $\text{MnO-ZnO-Fe}_2\text{O}_3$  caracterizadas por moagem por laser CuHBr
- 15** Processo de fabricação de padrões de rugosidade em carbono vítreo por laser pulsado e o padrão de rugosidade obtido a partir desse processo
- 16** Processo de obtenção de carbono vítreo, em sistema fechado de carbonização que não permite a entrada de ar atmosférico ou outro gás que independe da utilização de sistemas de vácuo ou de gases inertes
- 17** Processo de obtenção de carbono vítreo monolítico a partir do pó de resina parcialmente carbonizada

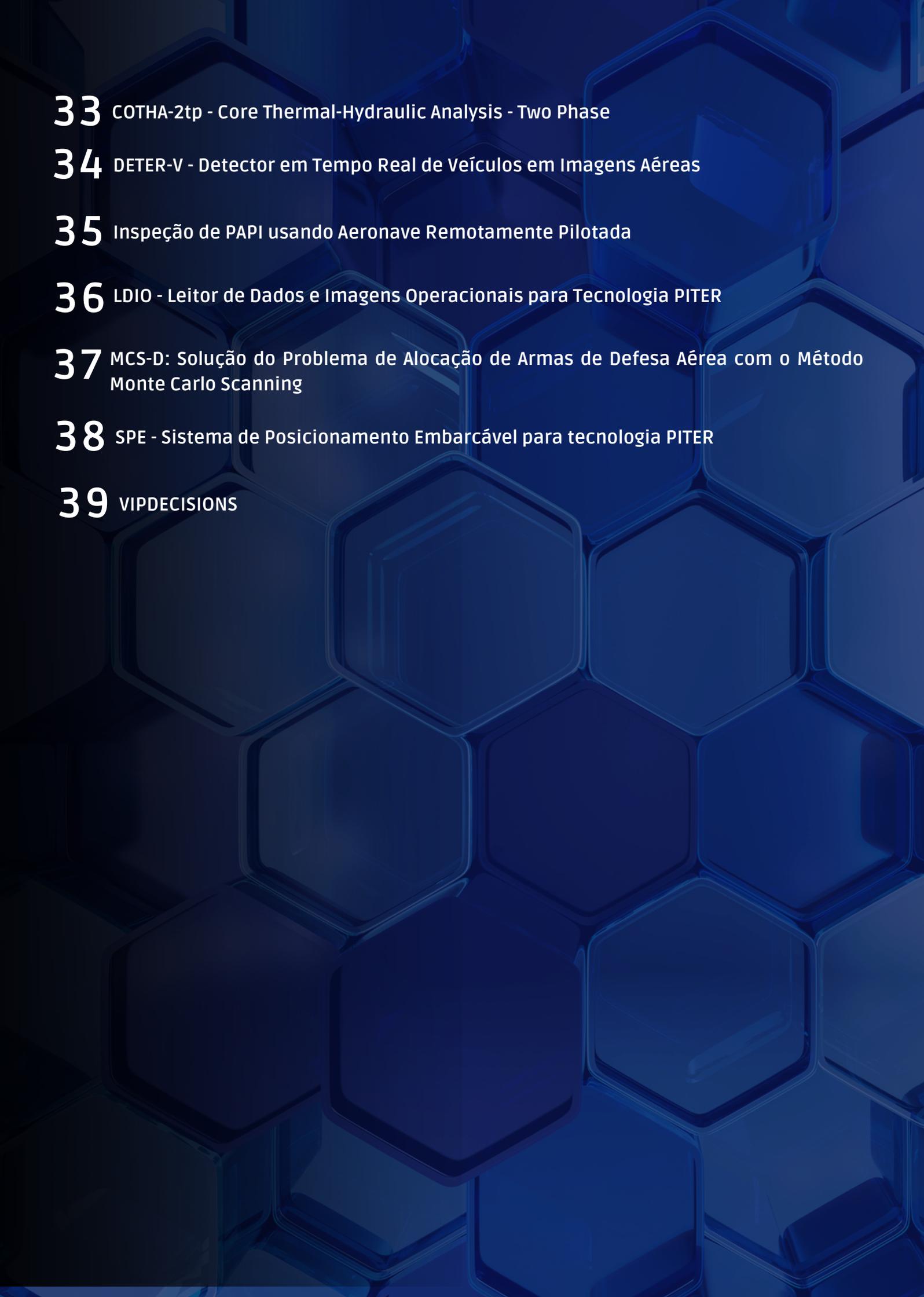
- 18** Processo de reciclagem de cavacos resultantes da usinagem de materiais e elementos porosos obtidos
- 19** Processo de texturização a laser para a preparação de superfície de trabalho de ferramentas de conformação
- 20** Processo e dispositivo para sensor óptico com transdução elétrica utilizando Redes de Bragg e fonte óptica sintonizável
- 21** Processo para desenvolvimento de compósitos cerâmicos de B<sub>4</sub>C – B, na forma de pós e de cerâmicas, para aplicação como blindagem de radiação ionizante em aplicações aeroespaciais e terrestres
- 22** Sensor de deslocamento angular a fibra óptica baseado na modulação de intensidade óptica em configuração com lente convergente e duas fibras ópticas paralelas com extremidades clivadas e alinhadas, seu método de medição e seu processo de obtenção
- 23** Sensor direcional de curvatura baseado em fibras ópticas antirresonantes
- 24** Turbina passiva multi fluidos com câmara de condicionamento e bocais direcionadores de fluido

## **KNOW-HOW**

- 26** Giroscópio à fibra óptica
- 27** Fabricação de lâmpada de cátodo oco

## **PROGRAMAS DE COMPUTADOR**

- 29** Ambiente de integração e visualização de ferramentas baseadas em informações georreferenciadas – plataforma Aerograf – Versão 2012
- 30** Ambiente de integração e visualização de ferramentas baseadas em informações georreferenciadas – plataforma Aerograf
- 31** ASA – Ambiente de Simulação Aeroespacial
- 32** ASAS SOFTWARE (BETA 1.0) Analysis and Simulation of Atomic Spectra

- 
- 33** COTHA-2tp - Core Thermal-Hydraulic Analysis - Two Phase
  - 34** DETER-V - Detector em Tempo Real de Veículos em Imagens Aéreas
  - 35** Inspeção de PAPI usando Aeronave Remotamente Pilotada
  - 36** LDIO - Leitor de Dados e Imagens Operacionais para Tecnologia PITER
  - 37** MCS-D: Solução do Problema de Alocação de Armas de Defesa Aérea com o Método Monte Carlo Scanning
  - 38** SPE - Sistema de Posicionamento Embarcável para tecnologia PITER
  - 39** VIPDECISIONS

The image features a dark blue background with a prominent honeycomb or hexagonal pattern. The hexagons are slightly raised, creating a 3D effect with highlights and shadows. In the center of the image, the word "PATENTES" is written in a bold, white, sans-serif font.

# PATENTES



## ACELERÔMETRO ANGULAR LINEAR E OPTO-MECÂNICO BASEADO EM GRADES DE BRAGG EM FIBRAS ÓPTICAS



### Introdução

Acelerômetros são sensores capazes de medir as acelerações às quais um veículo é submetido durante um intervalo de tempo de interesse. Há diferentes abordagens para a construção de um acelerômetro. A patente em questão utiliza-se de topologia opto-mecânica, sendo os elementos sensores baseados em Grades de Bragg em fibras ópticas.

### A Tecnologia

Sensor que realiza medições de aceleração em até seis eixos, sendo até três eixos lineares ortogonais e até três eixos angulares ortogonais, permitindo que um computador de bordo obtenha o apontamento e o deslocamento tridimensionais de um veículo ao longo de sua trajetória.

### Diferencial

- Projetado já com até seis eixos, diferentemente da concepção adotada pela indústria em que são fabricados sensores de um eixo que são posteriormente alinhados mecanicamente;
- Princípio de funcionamento baseado em Grades de Bragg em fibras ópticas, sendo de difícil interferência por dispositivos externos;
- Projeto pode ser modificado com a mudança de poucos parâmetros para atender diferentes tipos de missão; e
- Opção de medição redundante de cada um dos seis eixos.

### Benefícios

- Versatilidade na definição dos seguintes parâmetros:
- Quantidade de eixos;
- Sensibilidade; e
- Fundo de escala.

### Aplicações de Mercado

- Sensoriamento inercial (monitoramento de deslocamento e apontamento de veículos como drones, carros, aeronaves, tanques, foguetes, submarinos e veículos espaciais);
- Sensoriamento vibracional (monitoramento de vibração em maquinários leves ou pesados, em linhas de transmissão de energia elétrica, entre outros); e
- Sensoriamento de plataformas de apontamento (monitoramento de apontamento balístico).

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

**Status:** Patente concedida – BR 10 2012 016704 2



## CERÂMICAS NANO ESTRUTURADAS À BASE DE ÓXIDO NIOBATO DE ESTRÔNCIO E POTÁSSIO COM INSERÇÃO DE ÍONS COBRE E DE ÍONS BORO E PROCESSO OTIMIZADO DE FABRICAÇÃO DE CERÂMICAS NANO ESTRUTURADAS À BASE DE ÓXIDO NIOBATO DE ESTRÔNCIO E POTÁSSIO COM INSERÇÃO DE ÍONS COBRE E DE ÍONS BORO VIA SINTERIZAÇÃO ADITIVADA COM ÓXIDO DE COBRE E ÓXIDO DE BORO



### Introdução

Trata-se de compósitos cerâmicos ferroelétricos nanoestruturados KSN – CuO:B2O3 apresentando propriedades semicondutoras, resultando em um produto com características técnicas inovadoras. Apresenta estabilidade de temperatura e alto valor de permissividade complexa no que se refere a micro- e nanoestrutura apresentada, formando uma matriz de nanocavidades que devem operar como cavidade em Terahertz, ou filtros dicróticos, semelhantes às fibras ópticas nanoestruturadas ou, de uma forma macroscópica, como cavidade retangulares de RF e micro-ondas. O produto operará como filtro dicrótico na faixa de Terahertz e produzida com material cerâmico, cuja finalidade e aplicação são inovadoras para a área de telecomunicações. Neste caso, o processo descrito é solução de baixo custo, comparado com aqueles obtidos via tecnologia de fibra óptica ou via processos fotônicos.

### Aplicações de Mercado

- Filtros e cavidades em Terahertz. Filtros dicróticos e sensores elétricos baseados na variação da permissividade elétrica complexa (<10 GHz) ou na microestrutura (entre 1 e 3 THz).

**Titulares:** IEAv–Instituto de Estudos Avançados, UNESP – Universidade Estadual Paulista e FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

**Status:** Patente concedida – PI 1003038-7

### A Tecnologia

Processamento via estado sólido, considerando controles microestrutural e de sinterização.

### Diferencial

- Baixo custo do processo de confecção e banda larga de frequência de processo, 1 a 6 THz.
- Capacitação laboratorial para repasse de tecnologia ao setor privado.

### Benefícios

- Produção de filtros e sensores semicondutores com baixo custo.



## CERÂMICAS NANO ESTRUTURADAS À BASE DE ÓXIDO NIOBATO DE ESTRÔNCIO E POTÁSSIO COM INSERÇÃO DE ÍONS COBRE E PROCESSO OTIMIZADO DE FABRICAÇÃO DE CERÂMICAS NANO ESTRUTURADAS À BASE DE ÓXIDO NIOBATO DE ESTRÔNCIO E POTÁSSIO COM INSERÇÃO DE ÍONS COBRE VIA SINTERIZAÇÃO ADITIVADA COM ÓXIDO DE COBRE



### Introdução

Trata-se de compósitos cerâmicos ferroelétricos nanoestruturados KSN – CuO:B2O3 apresentando propriedades semicondutoras, resultando em um produto com características técnicas inovadoras. Apresenta estabilidade de temperatura e alto valor de permissividade complexa no que se refere a micro- e nanoestrutura apresentada, formando uma matriz de microcavidades que devem operar como cavidade em Terahertz, ou filtros dicróticos, semelhantes às fibras ópticas microestruturadas ou, de uma forma macroscópica, como cavidade retangulares de RF e micro-ondas. O produto operará como filtro dicrótico na faixa de Terahertz e produzida com material cerâmico, cuja finalidade e aplicação são inovadoras para a área de telecomunicações. Neste caso, o processo descrito é solução de baixo custo, comparado com aqueles obtidos via tecnologia de fibra óptica ou via processos fotônicos.

### Aplicações de Mercado

- Filtros e cavidades em Terahertz. Filtros dicróticos e sensores elétricos baseados na variação da permissividade elétrica complexa (<10 GHz) ou na microestrutura (> 300 GHz e < 3 THz).

**Titulares:** IEAv–Instituto de Estudos Avançados, UNESP – Universidade Estadual Paulista e FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

**Status:** Patente concedida – PI 1002803-0

### A Tecnologia

Processamento via estado sólido, considerando controles microestrutural e de sinterização.

### Diferencial

- Baixo custo do processo de confecção e banda larga de frequência de processo, 300 GHz a 6 THz.
- Capacitação laboratorial para repasse de tecnologia ao setor privado.

### Benefícios

- Produção de filtros e sensores semicondutores com baixo custo.



## DISPOSITIVO E MÉTODO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE FEIXES DE LASER DE BAIXA POTÊNCIA BASEADO NO ESPALHAMENTO DE LUZ



### Introdução

Em diversos setores industriais o emprego do laser como ferramenta para diversas operações está consolidado, podendo ser o mesmo, utilizado para aplicações nas áreas de medição, usinagem, localização e inúmeras operações de uso industrial, médico, metrologia, defesa e aeroespacial. A caracterização da propagação do feixe de laser é fundamental para a realização da operação pretendida. Dentre os diversos métodos de caracterizar a propagação do feixe de laser, o do espalhamento espectral apresenta inúmeras vantagens, dentre elas a simplicidade e a possibilidade de operação em tempo real.

### A Tecnologia

A tecnologia refere-se a um dispositivo e método para caracterização de feixes de laser de baixa e alta potência baseado no espalhamento de luz, que permite medir a qualidade do feixe de laser com uma única imagem da luz espalhada do feixe de laser, em um ou mais direções transversais. A presente invenção revela uma maneira de obter os parâmetros espaciais de feixes de laser de baixa e alta potência em tempo real, usando o efeito de espalhamento de luz. A presente invenção também permite caracterizar um único pulso de luz. Para obter o espalhamento da luz em um meio, é necessário que esse meio tenha uma quantidade suficiente de partículas que provoquem um espalhamento homogêneo da luz em todas as direções e possibilita a visualização da propagação do perfil de intensidade do feixe luz. Este meio espalhador é acondicionado em uma célula transparente, que não deforma as características do perfil de propagação do feixe de laser e observa-se, na lateral da célula, a propagação do feixe de laser espalhado. A presente invenção também inclui a presença de um sistema óptico de imagem para registrar a imagem da propagação do feixe de laser que foi espalhado. A imagem apresenta diâmetro do feixe em várias posições diferentes de sua propagação, com seus vários diâmetros, podendo ser obtido o fator de qualidade do feixe de laser.

### Diferencial

- Operação simples;
- Possibilidade de medição da qualidade de propagação de um feixe de laser;
- Medição em baixa e alta potência.

### Benefícios

- Possibilidade de medição da qualidade de propagação de um feixe de laser.

### Aplicações de Mercado

- Indústria de equipamentos médicos: caracterização da propagação do feixe de laser;
- Indústria metalúrgica usinagem e gravação de metais: caracterização da propagação do feixe e laser;
- Indústria de equipamentos de medição a laser: caracterização da propagação do feixe de laser;
- Defesa: caracterização da propagação do feixe de laser;
- Opto-eletrônica: caracterização da propagação do feixe de laser; e
- Indústria aeronáutica e aeroespacial: caracterização da propagação do feixe de laser.

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida – PI 0605596-6



## DIVISOR DE POLARIZAÇÃO CIRCULAR BASEADO EM FIBRAS ÓPTICAS DE DUPLO NÚCLEO OU MULTINÚCLEO TORCIDAS HELICOIDALMENTE



### Introdução

A tecnologia se insere na área de física, sensoriamento óptico e de comunicações óticas, mais precisamente relacionada a um projeto de divisores de polarização ótica circular, baseados em fibras óticas especiais de duplo-núcleo ou multinúcleo torcidas helicoidalmente, apresentando a capacidade de separar espacialmente modos óticos circulares com rotações opostas nos núcleos da fibra ótica, atuando como acoplador direcional, divisor de polarização circular e, também, gerador de sinais óticos com polarizações circulares. O sinal de entrada, ao se propagar na fibra com torção helicoidal, é sempre convertido em supermodos de polarização circular que interferem entre si para gerar modos óticos resultantes com duas polarizações circulares de direção de rotação oposta à esquerda (LCP) e à direita (RCP). Desta forma, o dispositivo funciona para um sinal ótico de entrada com estado arbitrário de polarização, linear, circular ou elíptica, ou uma combinação de sinais de diferentes estados de polarização.

### A Tecnologia

A presente patente de modelo de utilidade refere-se, ao uso da fibra ótica de duplo-núcleo ou multinúcleo com torção helicoidal, como dispositivo divisor de polarização circular ("CPBS - Circular Polarization Beam Splitter"), que tem potencial aplicação em sistemas de comunicações óticas e sensoriamento ótico.

### Diferencial

O principal diferencial da presente proposta de patente de modelo de utilidade é a exploração da torção helicoidal em fibras de núcleos acoplados para a separação espacial de modos com polarização circular à esquerda ("LCP - Left Circular Polarization") e à direita ("RCP - Right Circular Polarization") e gerência das características desses modos óticos quanto à razão de extinção espectral e espacial nos núcleos da fibra ótica torcida helicoidalmente.

### Benefícios

Dentre os principais benefícios do dispositivo objeto desta patente destacam-se:

- Único divisor de polarizações circulares totalmente baseado em fibras óticas;
- Capaz de gerar sinais óticos com polarizações circulares opostas a partir que sinal de entrada com qualquer estado de polarização (linear, elíptica ou circular).
- Pode ser conectado a fibras óticas convencionais.
- Pode ser empregado em sensoriamento de grandezas físicas (parâmetros mecânicos, elétricos, químicos, etc).
- Pode ser empregado em comunicações óticas explorando a elevada razão de extinção polarimétrica e largura espectral.

### Aplicações de Mercado

- Comunicações óticas e sensoriamento ótico;
- Divisor de polarizações óticas circulares;
- Gerador de polarizações óticas circulares;
- Dispositivos para controle do estado de polarização e birrefringência circular.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e ITA- Instituto Tecnológico de Aeronáutica

**Status:** Patente depositada – BR 20 2020 014351-0



## FIBRA CAPILAR COM NÚCLEO EMBUTIDO

### Introdução

Uma fibra óptica é um filamento flexível e transparente, geralmente fabricado a partir de vidro ou plástico. Quando a estrutura da fibra é a de tubo oco, pode-se denominá-las de fibras capilares. As fibras são utilizadas como condutores de luz e não sofrem interferência eletromagnética, sendo particularmente utilizadas em comunicação de dados e em sensoriamento óptico. Uma fibra de cristal fotônico, ou fibra óptica microestruturada é particularmente utilizada em sensores. Neste tipo de fibra, a região da casca é composta por uma microestrutura complexa, formada por buracos de ar ordenados de forma periódica que correm por todo o comprimento da fibra. Na região central, ou núcleo, ocorre a quebra da periodicidade, ou seja, ocorre a substituição de um capilar por um bastão sólido de sílica. microestruturadas apresentam um núcleo sólido, permitindo que a luz seja guiada pela sílica, enquanto o índice de refração menor na casca.

### A Tecnologia

A presente tecnologia refere-se a modelo de utilidade precisamente relacionado a um projeto de fibras ópticas microestruturadas com um núcleo de material dopante, apresentando alta sensibilidade à pressão. A fibra óptica em questão compreende uma fibra capilar com núcleo embutido, sendo que o núcleo da fibra é colocado no interior da parede da fibra capilar visando aumento da sensibilidade a variações de pressão. Preferencialmente, o núcleo de material dopante é um núcleo de germânio, dada a facilidade de acesso. Tais fibras ópticas fabricadas de acordo com a geometria em questão são especialmente adaptadas para a aplicação em sensores de pressão.

### Diferencial

- Alta sensibilidade;
- Imunidade eletromagnética; e
- Operação

### Benefícios

- Muito compactas
- Leves
- Grande liberdade em relação à escolha das características de um sensor.

### Aplicações de Mercado

- Sensores de pressão hidrostática, temperaturas, índice de refração, deformação, curvatura.

**Titulares:** IEAv–Instituto de Estudos Avançados e UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas.

**Status:** Patente concedida – BR 20 2018 011551 6



## PORTA AMOSTRA COAXIAL HEMICILÍNDRICO ACÊNTRICO COM IMPEDÂNCIA CASADA E MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO ELETROMAGNÉTICA



### Introdução

Trata-se de uma técnica inovadora para caracterização das propriedades eletromagnéticas de filmes espessos. Esses filmes espessos podem ser cerâmicas ou compósitos cerâmicos. A amostra deverá cobrir a superfície plana do porta-amostras.

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

**Status:** Patente concedida – BR 10 2012 025302 0

### A Tecnologia

O produto é porta-amostras coaxial hemisférico acêntrico com impedância casada.

### Diferencial

- Caracterização das propriedades eletromagnéticas do material via medidas de impedância. Não necessita de analisador de redes nos ensaios, podendo ser obtido com analisador de impedâncias de baixo custo.
- Robustez do produto.

### Benefícios

- Permite avaliar blindagens eletromagnéticas com aparato experimental de baixo custo. Robustez do produto.

### Aplicações de Mercado

- Permite avaliar blindagens eletromagnéticas.



## PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FERRITAS NANO ESTRUTURADAS MnO-MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CARACTERIZADAS POR MOAGEM POR LASER CuHBr



### Introdução

Existem diferentes processos de fabricação de ferritas com características diferentes: metálicas ligas metálicas, terras raras e cerâmicas. As ferritas cerâmicas destacam-se na classe de materiais ferromagnéticos pela facilidade de fabricação, custo e pelo fato de absorverem ondas eletromagnéticas, e neste caso têm-se baixas perdas devido ao forte acoplamento magnético e alta resistividade. As cerâmicas magnéticas de composição MnO-MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> são de grande aplicação na fabricação de ferritas, pois exibem características magnéticas e refratárias, possibilitando a sua utilização em grandes temperaturas. A formulação da composição MnO-MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, que é bem aceita em micro-ondas, pois possui alta resistência elétrica do elemento óxido de magnésio MgO. E por causas desta alta resistência, ondas eletromagnéticas podem penetrar no corpo do material em altas frequências. Devido a este fator, e ao baixo custo do método de fabricação torna-se um fator importante na fabricação de ferritas à base de Mn-MnO de grandes aplicações em sistemas aeroespaciais, na parte de materiais absorvedores de micro-ondas. Portanto a necessidade de obter estes materiais de forma nano estruturada, é uma forma de aperfeiçoar o desempenho deste material em relação à pureza, otimizando assim seu nível de absorção. A moagem do processo por laser CuHBr é um processo inovador na arte de obter-se nano partículas da ordem de tamanho de 200nm

### A Tecnologia

Patente de invenção de um processo para obtenção de ferrita magnética cerâmica nano estruturada utilizando MnO-MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por moagem a laser CuHBr. Neste caso descreve-se o processo de fabricação utilizando os seguintes passos: pesagem, mistura do pó em moinho de bolas, pré-cozimento em forno programável, micronização preliminar, sinterização, micronização, compactação, processo de moagem a laser CuHBr para obtenção de nano partículas inferiores a 200nm.

### Diferencial

A moagem do processo por laser CuHBr é um processo inovador na arte de se obter nano partículas da ordem de tamanho de 200nm. O processo permite obter a ferritas cerâmicas magnéticas de composição MnO-MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, na forma particulada com altíssima pureza.

### Benefícios

Com este material particulado é possível produzir ferritas cerâmicas de composição MnO-MgO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> com alto nível de pureza química, permitindo um maior controle nas propriedades elétricas e magnéticas do produto final.

### Aplicações de Mercado

- Materiais absorvedores de micro-ondas para o setor aeroespacial.
- Materiais absorvedores de micro-ondas para instalações prediais.
- Componentes para a indústria eletroeletrônica.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e IAE-Instituto de Aeronáutica e Espaço

**Status:** Patente concedida – PI 0606094-3



## PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FERRITAS NANO ESTRUTURADAS $MnO-ZnO-Fe_2O_3$ CARACTERIZADAS POR MOAGEM POR LASER $CuHBr$



### Introdução

As cerâmicas magnéticas de composição  $MnO-ZnO-Fe_2O_3$  são de grande aplicação na fabricação de ferritas, pois exibem características magnéticas, refratárias e trabalham em grandes temperaturas. A formulação da composição  $MnO-ZnO-Fe_2O_3$ , que é bem aceita em micro-ondas, pois possui alta resistência elétrica do elemento óxido de magnésio  $MnO$ . E por causas desta alta resistência, ondas eletromagnéticas podem penetrar no corpo do material em altas frequências. Devido a este fator, e ao baixo custo do método de fabricação torna-se um fator importante na fabricação de ferritas à base de  $Zn-MnO$  de grandes aplicações em sistemas aeroespaciais, na parte de materiais absorvedores de micro-ondas. Portanto a necessidade de obter estes materiais de forma nano estruturada, é uma forma de aperfeiçoar o desempenho deste material em relação à pureza, otimizando assim seu nível de absorção. A moagem do processo por laser  $CuHBr$  é um processo inovador na arte de obter-se nano partículas da ordem de tamanho de 200nm.

### A Tecnologia

Patente de invenção de um processo para obtenção de ferrita magnética cerâmica nano estruturada utilizando  $MnO-ZnO-Fe_2O_3$  por moagem a laser  $CuHBr$ . Neste caso descreve-se o processo de fabricação utilizando os seguintes passos: pesagem, mistura do pó em moinho de bolas, pré-cozimento em forno programável, micronização preliminar, sinterização, micronização, compactação, processo de moagem a laser  $CuHBr$  para obtenção de nano partículas inferiores a 200nm.

### Diferencial

A moagem do processo por laser  $CuHBr$  é um processo inovador na arte de se obter nano partículas da ordem de tamanho de 200nm. O processo permite obter a ferritas cerâmicas magnéticas de composição  $MnO-ZnO-Fe_2O_3$ , na forma particulada com altíssima pureza.

### Benefícios

Com este material particulado é possível produzir ferritas cerâmicas de composição  $MnO-MgO-Fe_2O_3$  com alto nível de pureza química, permitindo um maior controle nas propriedades elétricas e magnéticas do produto final.

### Aplicações de Mercado

- Materiais absorvedores de micro-ondas para o setor aeroespacial.
- Materiais absorvedores de micro-ondas para instalações prediais.
- Componentes para a indústria eletroeletrônica.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e IAE - Instituto de Aeronáutica e Espaço

**Status:** Patente concedida – PI 0605598-2



## PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PADRÕES DE RUGOSIDADE EM CARBONO VÍTREO POR LASER PULSADO E O PADRÃO DE RUGOSIDADE OBTIDO A PARTIR DESSE PROCESSO



### Introdução

Para se medir a rugosidade de superfícies se emprega rugosímetros. Esse equipamento, muito comum em indústrias e laboratórios de pesquisa, precisa ser calibrado periodicamente com uma peça de rugosidade conhecida, conhecido como padrão de rugosidade.

A presente patente, relacionada com a área de metrologia dimensional, se refere a um processo de fabricação de padrões de rugosidade e aos padrões fabricados por tal processo no qual o feixe de laser é focalizado sobre a superfície de amostra de carbono vítreo monolítico. O laser superaquece a superfície, remove material e produz as ranhuras uniformes. O controle do movimento relativo entre o feixe de laser e a amostra produz, sob determinadas condições, ranhuras paralelas e uniformes.

### A Tecnologia

Atualmente, os padrões de rugosidade comerciais são feitos de vidro ou de metal usinados. Essa patente combina o carbono vítreo com laser pulsado para a obtenção de padrões de rugosidade periódicos, usinados a laser. Variando-se potência, velocidade, sobreposição dos pulsos do laser, se obtém superfícies com diferentes rugosidades. A superfície superaquecida do carbono vítreo reage com o oxigênio da atmosfera, formando gases voláteis e criando as ranhuras. Levando-se em conta que lasers estão ficando cada vez mais acessíveis, essa patente tem apelo comercial no setor de metrologia. O carbono vítreo é um material carbonoso obtido pela carbonização (tratamento térmico) de resina rica em carbono, como a resina furfúrica ou a fenólica. Essa patente envolve a combinação de três grandes áreas: metrologia, ciência dos materiais e óptica (lasers).

### Diferencial

As ranhuras produzidas em carbono vítreo são bastante uniformes porque não ocorre o fenômeno de liquefação desse material, que se transforma diretamente em gás. Esse processo tem como características a rapidez na produção, a não necessidade de uso de atmosfera especial ou vácuo, a dispensa de polimentos ou ataques químicos após a irradiação. Além disso, existe grande flexibilidade para mudar o valor da rugosidade das superfícies produzidas simplesmente alterando-se os parâmetros do laser que produz a rugosidade.

### Benefícios

- Preparação simples e rápida, requerendo somente laser e o carbono vítreo.
- Padrões de rugosidade quimicamente inertes gerando alta durabilidade, devido às propriedades químicas do carbono vítreo.
- Laser são ferramentas com custo decrescente, implicando num barateamento do processo proposto.

### Aplicações de Mercado

Padrões de rugosidade para avaliação de qualidade da superfície dos produtos do setor aeronáutico, automobilístico, odontológico, setor de próteses, indústria moveleira, indústria de tubulações, entre outros setores em que a medição de rugosidade é crucial para a qualidade final do produto produzido.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida – PI 0705155-7



## PROCESSO DE OBTENÇÃO DE CARBONO VÍTREO, EM SISTEMA FECHADO DE CARBONIZAÇÃO QUE NÃO PERMITE A ENTRADA DE AR ATMOSFÉRICO OU OUTRO GÁS, QUE INDEPENDE DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE VÁCUO OU GASES INERTES



### Introdução

As indústrias aeroespacial, de materiais, automobilística e mecânica em geral requerem processos de fabricação de materiais que permitam obter, por meio de processos adequados materiais com propriedades mecânicas, físicas e químicas de peças para uso em aplicações específicas. O objeto da presente inovação contribui com melhoria incremental a um processo já existente no mercado e já patenteado, permitindo redução de custo, preservando o meio ambiente e otimizando o processo de produção. Por meio de um sistema inovador proposto pelo inventor, um avanço significativo permite reduzir custo da produção.

### Aplicações de Mercado

- Setor Aeroespacial;
- Indústria Química;
- Indústria Metalúrgica;
- Indústria Automobilística; e
- Área de Eletrodos.

**Titular:** IEAv–Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente depositada – BR 10 2014 032373 2

### A Tecnologia

Processo que visa aprimorar o processo existente para obtenção de carbono vítreo sem a utilização de gás inerte ou vácuo.

### Diferencial

- Obtenção de produtos acabados com características técnicas diferenciadas, maiores dimensões, menor custo de produção; e
- Custo reduzido.

### Benefícios

- Baixa massa específica;
- Elevada resistência mecânica;
- Elevada resistência à fadiga; e
- Boa resistência à corrosão.



## PROCESSO DE OBTENÇÃO DE CARBONO VÍTREO MONOLÍTICO A PARTIR DO PÓ DE RESINA PARCIALMENTE CARBONIZADA



### Introdução

O carbono vítreo monolítico é um material não cristalino feito de átomos de carbono organizados em formas de fitas grafiticas. Esse material tem muitas aplicações tecnológicas por ser leve, quimicamente inerte, rígido, condutor de eletricidade, biocompatível, entre outras.

O método de produção tradicional consiste na carbonização de uma resina rica em carbono como a furfurílica ou fenólica. Durante a carbonização, existe a necessidade de saída de gases voláteis do interior. Isso limita a espessura das peças a aproximadamente 7mm. Peças mais espessas geralmente trincam durante a produção. O método aqui apresentado permite que se produza peças com espessura ilimitada.

### A Tecnologia

As amostras desse novo método proposto usam partículas de resina – ex: furfurílica ou fenol-furfurílica - tratadas previamente em forno. Tais partículas são prensadas e as amostras são posteriormente submetidas a outro tratamento térmico. Essa patente consiste num processo para a produção tanto de peças e dispositivos de carbono vítreo monolítico, como de revestimentos em carbono vítreo obtidos a partir da resina parcialmente carbonizada, moída, prensada e depois carbonizada em forno, com atmosfera inerte ou vácuo para carbonização final.

Dessa forma, se obtém peças espessas de carbono vítreo superando o limite anterior de 7 mm. Além disso, as peças obtidas por esse método não trincam e tem melhor resistência mecânica. As peças obtidas apresentam maior porosidade que o método tradicional, mas tem como vantagem significativa a questão da espessura e superioridade das propriedades mecânicas.

### Diferencial

Peças de carbono vítreo obtidas a partir do uso da tecnologia do pó usando o pó de resina parcialmente carbonizada. Isso permite a produção de peças com espessura alta, acima do limite anterior de 7 mm, como ocorre com o carbono vítreo obtido pelo método tradicional. Além disso, por usar a tecnologia do pó, é possível de produzir peças com formatos bastante complexos de carbono puro.

Revestimentos de carbono vítreo também podem ser feitos com essa técnica, com cura e carbonização de mistura de pó de resina parcialmente carbonizada na faixa entre 600°C e 700°C, com ou sem ligante, com 15 ou sem umectante.

### Benefícios

- Baixo custo
- Rapidez de produção
- Espessura ilimitada das peças de carbono vítreo ilimitada

### Aplicações de Mercado

Alguns exemplos de aplicações de carbono vítreo: tubos de alta temperatura, substratos leves para espelhos espaciais, eletrodos para altíssima temperatura, matriz de compósitos para aplicação em foguetes e veículos hipersônicos, válvulas cardíacas, substratos para microscopia eletrônica de transmissão, objetos com resistência a ataque químico de ácidos.

**Titular:** IEAV–Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida – BR 10 2012 008326 4



## PROCESSO DE RECICLAGEM DE CAVACOS RESULTANTES DA USINAGEM DE MATERIAIS E ELEMENTOS POROSOS OBTIDOS



### Introdução

Filtros estão presentes em várias operações industriais, desde a purificação de água até sistemas avançados de manutenção da vida no espaço. O termo "filtro" tem etimologia do latim *philtru* e do grego *phíltron*. Entende-se por filtro algo que seleciona o que passa por ele, deixando passar apenas o que não é filtrado.

No presente escopo, se considera o uso de uma malha cujo objetivo é segregar partículas maiores que a abertura do furo ou fresta. Estes filtros sólidos são muito comuns no sistema de filtração de fluídos, incluindo-se reuso e segregação sólida de efluentes.

O número e variedade dos filtros industriais a disposição no mercado, permite a concepção e operação de qualquer sistema fluidodinâmico e pneumático, com eficiência e baixa taxa de emissão de poluentes.

### A Tecnologia

Os filtros são materiais nobres, feitos sob medida para uma aplicação e podem ser muito caros para um determinado fim. Ademais, geram um impacto ambiental considerável, uma vez que existe uma limitação no seu tempo de uso.

Por outro lado, existe uma quantidade muito grande de cavacos disponível nas indústrias. Estes cavacos são vendidos como sucata, por uma fração do preço do material original. Ligas metálicas nobres, como aços inoxidáveis, alumínio avançados e ligas de titânio, são descartados como refugo.

O produto apresentado aqui pretende aproveitar uma quantidade de cavacos de metal, os quais serão prensados na forma de briquetes, soldados entre si e constituirão um objeto sólido poroso na forma de um elemento filtrante.

### Diferencial

Comparando-se o estado da arte com o escopo da invenção, a presente proposta oferece as seguintes soluções técnicas:

- Possibilidade de trabalhar diretamente sobre a sucata de cavacos, sem pré-tratamento ou sinterização;
- Possibilidade de uso em altas temperaturas, dado o tipo de material e processo de fabricação;
- Uso de soldagem a laser para unir metalurgicamente os cavacos de forma a obter um filtro sólido com as propriedades mecânicas adequadas ao uso.

### Benefícios

O produto apresentado aqui pretende aproveitar uma quantidade de cavacos de metal, os quais serão prensados na forma de briquetes, soldados entre si e constituirão um objeto sólido poroso na forma de um elemento filtrante.

### Aplicações de Mercado

Todas as operações industriais que envolvam filtração ou componentes no qual a filtração é necessária têm interesse nesta tecnologia. Alguns exemplos são: separação de polpa de minério, segregação seletiva em extração do petróleo, catalisadores, equipamentos de filtração de água, ar condicionado e máquinas de hemodiálise.

**Titular:** IEAv–Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida – BR 10 2018 008163 2



## PROCESSO DE TEXTURIZAÇÃO A LASER PARA A PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE TRABALHO DE FERRAMENTAS DE CONFORMAÇÃO



### Introdução

A presente invenção refere-se a um processo de limpeza e de texturização a laser de superfícies em ferramentas de usinagem a fim de aumentar a aderência de filmes finos duros.

Embora camadas duras e finas tenham sido introduzidas no mercado de ferramentas nos anos 60 para combater o desgaste por difusão em metais duros, o impacto real aconteceu na última década com as ferramentas de aço rápido, particularmente com os desenvolvimentos de processos de deposição física PVD. Três camadas aplicadas pelo processo PVD têm se destacado no revestimento de ferramentas de usinagem, são elas: TiN (nitreto de titânio), TiCN (carbonitreto de titânio) e TiAlN (nitreto de titânio e alumínio). Estas camadas são caracterizadas por uma alta dureza, boa aderência, baixa porosidade e altas estabilidades química e térmica. O revestimento de TiN continua predominando no mercado, pois permite alta performance para quase todas as aplicações e a sua cor dourada permite que o desgaste seja supervisionado facilmente. Mais recentemente, um ponto que tem despertado o interesse é a possibilidade de se diminuir a quantidade de lubrificantes nas operações de conformação, explorando-se as características antiaderentes das camadas PVD de TiN.

A produção de ferramentas de usinagem revestidas por materiais duros, como o TiN depositado por PVD, apresenta dois problemas típicos:

a) Contaminações na superfície, como resíduos de fluídos de têmpera e óxidos, que fazem diminuir acentuadamente o tempo de vida das ferramentas. Os pontos onde o filme depositado não adere ao substrato devido à estas contaminações se destacam em serviço, provocando diminuição do tempo de vida da ferramenta.

b) Tensões formam-se entre a camada e o substrato como resultado do processo PVD. Numa ferramenta retificada a interface é plana e a tendência é a formação de uma trinca entre o revestimento e o metal, o que leva à um destacamento do filme.

### A Tecnologia

O presente processo visa a redução ou a eliminação destes problemas. Para que isto seja possível é necessário aumentar a aderência destas camadas em pontos críticos de desgaste. No presente caso pretende-se aumentar a aderência das camadas de TiN através de uma limpeza e texturização da superfície por laser. Um laser de pulsos curtos varre a superfície da ferramenta promovendo a vaporização e a refusão de uma camada microscópica na superfície do metal conferindo-lhe a limpeza e a rugosidade adequadas ao emprego do TiN.

### Diferencial

A invenção refere-se um processo de limpeza e texturização de superfícies de aços ferramentas a laser com auxílio de lasers Nd:YAG em regime Q-Switched. Este laser provoca uma ablação (vaporização) de uma camada microscópica na superfície do metal eliminando as contaminações ao mesmo tempo que confere uma rugosidade controlada. A camada dura aplicada sobre esta superfície da ferramenta apresenta superior aderência, aumentando o tempo de vida da peça.

Nos processos atuais, que envolvem jateamento da superfície ou ataque químico, ocorrem delaminações incontroláveis ou um grande passivo ambiental.

### Benefícios

- Alta produtividade;
- Baixo impacto ambiental.

### Aplicações de Mercado

Indústria metal-mecânica que façam uso de ferramentas de conformação.

Titular: IEAV-Instituto de Estudos Avançados

Status: Patente depositada – BR 10 2012 011453 4



## PROCESSO E DISPOSITIVO PARA SENSOR ÓPTICO COM TRANSDUÇÃO ELÉTRICA UTILIZANDO REDES DE BRAGG E FONTE ÓPTICA SINTONIZÁVEL



### Introdução

Sensores a fibra óptica encontram-se atualmente em destaque por estarem substituindo sensores tradicionais, em virtude de suas vantagens intrínsecas, entre as quais se podem citar custo, peso, integrabilidade, confiabilidade, tempo de resposta, precisão, faixa dinâmica, passividade e imunidade eletromagnética. Tais características tornam estes sensores de grande interesse e com vasto campo para aplicações aeronáuticas, espaciais, marítimas, construção civil, medicina e nuclear, entre outras. O fato de manter a luz sempre guiada gera ainda grande economia sobre sensores ópticos que utilizam elementos discretos em espaço livre, como espelhos.

### A Tecnologia

O sistema sensor utiliza um processo de transdução capaz de detectar alterações nos elementos sensores (grades de Bragg inscritas na fibra óptica), pela interrogação com o diodo laser sintonizável (variação da corrente de injeção). O sinal óptico da interrogação retorna aos detectores e a corrente gerada é normalizada e correlacionada com a corrente de injeção do laser. Desta forma, as alterações físicas da grade são determinadas a partir desta correlação, portanto no domínio elétrico.

### Diferencial

Sistemas sensores que utilizam fibras ópticas com grades de Bragg necessitam de um analisador de espectro ou transdutor equivalente para detectar a posição exata onde se encontra o pico de reflexão. Isto faz com que o sistema final fique caro, complexo, pesado e volumoso. Esta tecnologia permite a eliminação do espectrômetro e simplificação do processamento do sinal, resultando em conjunto sensor-interrogador altamente compacto, simples, leve, robusto e com baixo consumo de energia.

### Benefícios

Grande número de sensores com a inteligência do sistema deslocada do sinal detectado para o sinal emitido, tornando o sistema simples, compacto e barato. Como utiliza uma fonte laser ao invés da opção mais comum de fonte banda larga, a sensibilidade também é muito maior uma vez que esta é determinada não só pela relação sinal-ruído, mas também pela largura de faixa da fonte. Em sistemas convencionais é determinada pela resolução do analisador de espectro.

### Aplicações de Mercado

Sensores de pressão, temperatura ou deformação para estruturas que necessitem de grande número de sensores e/ou em lugares de difícil acesso (asas de aeronaves, barragens, pontes, etc) e/ou para aplicações em ambientes severos (usinas nucleares, foguetes, estradas de ferro, etc). A fibra óptica pode ser integrada à estrutura e cada sensor pode ser acessado individualmente. Milhares de sensores podem ser inscritos em uma única fibra óptica.

**Titular:** IEAv–Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida – PI 0706015-7



## PROCESSO PARA DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS CERÂMICOS DE B<sub>4</sub>C- B, NA FORMA DE PÓS E DE CERÂMICAS, PARA APLICAÇÃO COMO BLINDAGEM DE RADIAÇÃO IONIZANTE EM APLICAÇÕES AEROESPACIAIS E TERRESTRES



### Introdução

Na área aeroespacial um dos crescentes desafios tecnológicos consiste na proteção contra os efeitos destrutivos que a radiação ionizante de origem cósmica pode provocar nos componentes eletrônicos e optoeletrônicos instalados em satélites e aeronaves, bem como em tripulações. Estas radiações de origem cósmica são compostas por partículas ou ondas eletromagnéticas de elevadas energias e seus efeitos em circuitos eletrônicos e optoeletrônicos embarcados em aeronaves ou espaçonaves podem ocasionar falhas aleatórias ou mesmo a inutilização total dos sistemas. A redução do tamanho dos componentes eletrônicos, sua maior densidade de informação e menor tensão de operação podem contribuir para tornar estes componentes de tecnologia moderna mais susceptíveis aos efeitos da radiação ionizante, inclusive também em aplicações terrestres como por exemplo, na área nuclear ou médica. Em tripulações de aeronaves ou espaçonaves as radiações cósmicas podem também ocasionar efeitos biológicos estocásticos, aumentando significativamente o risco à saúde humana. Em todos esses cenários, uma das opções de proteção consiste na utilização de materiais de blindagem, que promovam a absorção ou atenuação da radiação incidente, reduzindo-a a níveis considerados como aceitáveis.

### A Tecnologia

A tecnologia apresentada tem como característica proporcionar um processo de manufatura de um material atenuador de radiação ionizante com especial eficiência para atenuação de radiação neutrônica, além de outros tipos de radiação. Neste invento, tem-se um processo inédito de fabricação e caracterização de um material cerâmico a base de carbono e boro, com variação de composições químicas, a ser utilizado nas formas de pós, cerâmicas sinterizadas, ou adicionados a tintas ou outros revestimentos.

### Diferencial

Elevada eficiência para absorção de nêutrons; possibilidade de aplicação na forma de cerâmicas ou na forma de pós que podem ser agregados a tintas e outros revestimentos; sua forma cerâmica proporciona durabilidade sob influência de outras condições ambientais.

### Benefícios

- Atenuação do nível de radiação;
- Podem ser utilizados em diferentes espessuras;
- Massa específica em média menor do que o alumínio aeronáutico.
- Podem ser utilizados na forma de pós e agregados a outros materiais como tintas, compostos ou outros materiais de revestimento.

### Aplicações de Mercado

- Indústria aeronáutica: material absorvedor de radiação ionizante;
- Indústria espacial: material absorvedor de radiação ionizante.
- Indústria de equipamentos médicos: material absorvedor de radiação ionizante.
- Indústria nuclear: material absorvedor de radiação ionizante.

**Titulares:** IEAv – Instituto de Estudos Avançados, INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e IAE – Instituto de Aeronáutica e Espaço.

**Status:** Patente depositada - BR 10 2019 001778-3



## SENSOR DE DESLOCAMENTO ANGULAR À FIBRA ÓPTICA BASEADO NA MODULAÇÃO DE INTENSIDADE ÓPTICA EM CONFIGURAÇÃO COM LENTE CONVERGENTE E DUAS FIBRAS ÓPTICAS PARALELAS COM EXTREMIDADES CLIVADAS E ALINHADAS, SEU MÉTODO DE MEDIÇÃO E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO



### Introdução

A presente tecnologia refere-se a um sensor a fibra óptica capaz de detectar deslocamento angular da ordem de microradianos e apresenta alta sensibilidade, compatibilidade com fibras ópticas, largura de banda ampla a, além disso, apresenta simplicidade de montagem e baixo custo. O sensor constitui-se por duas fibras ópticas, uma lente positiva, uma superfície reflexiva, um laser e um fotodetector. O sensor possui modelo matemático, validado experimentalmente, para determinação e simulação da curva característica estática e também para análise da influência de parâmetros geométricos em seu desempenho. O sensor foi testado em operação dinâmica para detecção de som e ultrassom e, por fim, como o detector de um sistema de inspeção não-destrutiva por ultrassom a laser. O sensor também se mostrou adequado para medições de tempo de trânsito e inspeção não destrutiva, sendo uma alternativa ao detector piezoelétrico ou ao interferométrico.

### A Tecnologia

A presente tecnologia refere-se a um sensor de deslocamento angular a fibra óptica baseado em modulação de intensidade óptica, capaz de detectar vibrações mecânicas em superfícies reflexivas. Este sensor pode ser utilizado para detecção de ondas mecânicas na faixa de frequência de infrassom (frequência entre 0 e 20 Hz), som (frequência entre 20 Hz e 20 kHz) e ultrassom (frequência acima de 20 kHz). Desta forma, o sensor pode ser utilizado como um microfone óptico ao se empregar uma membrana de microfone como superfície reflexiva. O sensor pode também ser utilizado para detecção de ultrassom diretamente em superfícies metálicas para realização de inspeção não destrutiva.

### Diferencial

- Alta sensibilidade;
- Imunidade eletromagnética;
- Operação em ambientes agressivos;
- Parte óptica do sensor não oferece limitação em frequência.

### Benefícios

- Baixo custo;
- Baixo peso;
- Dimensões reduzidas;
- Fabricação simples;
- Versatilidade.

### Aplicações de Mercado

- Microfone óptico;
- Detector de ultrassom;
- Hidrofone;
- Sensor de pressão;
- Sensor de micro deslocamento angular.

**Titulares:** IEAv – Instituto de Estudos Avançados e ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica

**Status:** Patente concedida – BR 10 2013 012273 4



## SENSOR DIRECIONAL DE CURVATURA BASEADO EM FIBRAS ÓPTICAS ANTIRRESSONANTES



### Introdução

Fibras ópticas antirressonantes de núcleo oco vêm sendo recentemente desenvolvidas para aplicações em sensoriamento e comunicação óptica. Essas fibras especiais são formadas por uma estrutura interna tubular que resulta em um núcleo oco. Na área de sensoriamento óptico, as fibras antirressonantes vêm sendo especialmente investigadas para sensoriamento de raios de curvatura, sem entretanto ser capaz de discriminar a direção da curvatura. A presente invenção explora o projeto de fibras ópticas antirressonantes com assimetria azimutal em sua estrutura, o que permite medir raios de curvatura, bem como, discriminar a direção da curvatura. Além dessa aplicação a fibra óptica proposta tem potencial para emprego como elemento sensor de vibração mecânica, deformações, torções e pressão.

### A Tecnologia

A presente patente de modelo de utilidade está relacionada ao desenvolvimento de sensores de parâmetros mecânicos baseados em fibras ópticas antirressonantes de núcleo oco com assimetria azimutal na geometria e/ou na distribuição dos materiais dielétricos constituintes. Tais fibras são capazes de medir raios de curvatura, direção de curvatura, ângulo de flexão e frequência de vibração, dentre outros parâmetros mecânicos.

Uma típica fibra óptica antirressonante de núcleo oco tem transmissão óptica com estreitas faixas espectrais com baixa intensidade de transmissão (vales na transmissão). A posição espectral desses vales na transmissão óptica está relacionada à espessura, geometria e índice de refração das estruturas dielétricas que definem e limitam o contorno do núcleo oco da fibra óptica. Os vales na transmissão óptica ocorrem pelo acoplamento ressonante entre o modo óptico do núcleo oco e os modos ópticos presentes na estrutura dielétrica próxima ao núcleo da fibra.

Por outro lado, a curvatura da fibra sensora provoca a alteração da condição de acoplamento entre modos ópticos de núcleo e de casca devido ao efeito elasto-óptico e pela variação no caminho óptico. Tais alterações ocasionam a variação na posição espectral e na intensidade dos vales de transmissão óptica, sendo tais parâmetros utilizados na interrogação do sensor de parâmetros mecânicos.

### Diferencial

O emprego de fibras ópticas especiais para o monitoramento de parâmetros mecânicos é amplamente conhecido e um exemplo de sucesso. Entretanto, o monitoramento de raios de curvatura com discriminação da direção da curvatura é pouco explorada. A presente invenção é a primeira demonstração de um elemento sensor de curvatura com capacidade de discriminação da direção de curvatura, baseado em fibras ópticas antirressonantes. O sensor desenvolvido também tem potencial aplicação no sensoriamento de ângulo de flexão e frequência de vibração, dentre outros parâmetros mecânicos.

A grande flexibilidade no projeto da fibra óptica antirressonante permite ajustar a sensibilidade e range dinâmico do sensor para aplicações específicas.

### Benefícios

Uma vantagem da invenção é o desenvolvimento de sensores ópticos a fibra capazes de medir raios de curvatura e discriminar a direção de curvatura, sem o emprego de técnicas de pós-processamento e ser baseado em fibras ópticas antirressonantes que são de fabricação simples.

### Aplicações de Mercado

A invenção se refere ao desenvolvimento de fibras ópticas especiais para o sensoriamento de raios de curvatura com discriminação da direção de curvatura, podendo tal elemento sensor ser empregado no sensoriamento de ângulos de flexão e frequências de vibração, entre outros parâmetros mecânicos.

O elemento sensor tem aplicação no monitoramento da saúde estrutural de aeronaves, veículos lançadores de satélite,, bem como no emprego no monitoramento e controle de operação de máquinas, estruturas móveis, estruturas sujeitas a vibração e robôs

**Titulares:** IEAv – Instituto de Estudos Avançados e ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica

**Status:** Patente concedida – BR 10 2013 012273 4



## TURBINA PASSIVA MULTI FLUIDOS COM CÂMARA DE CONDICIONAMENTO E BOCAIS DIRECIONADORES DE FLUIDO

### Introdução

Uma Turbina Passiva Multi Fluido (TPMF) é essencialmente uma turbina de Tesla. A turbina de Tesla foi inventada por Nicola Tesla para trabalhar com água. Esta turbina possui um eixo girante conectado a uma série de discos metálicos. A água é inserida por um bocal de tal forma que seu caminho é paralelo a superfície dos discos. Ao passar tangente a superfície dos discos, a água gera um efeito de arrasto sobre o disco forçando o mesmo a girar, e desta forma girando também o eixo. A diferença da TPMF é que o fluido não é água. No caso o fluido pode ser um gás, tal como ar, CO<sub>2</sub>, gás nobre, ou mesmo vapor d'água.

### A Tecnologia

Além do fato da TPMF usar como fluido de trabalho um gás, ela também possui uma câmara que homogeniza o fluxo do gás. Esta câmara possui um conjunto de furos que atuam como bocais e dirigem a vazão de gás diretamente para o espaço entre discos, evitando que o gás colida com a borda do disco e maximizando o efeito do arrasto sobre o disco. Diversos testes foram feitos com ar comprimido e conseguiu-se atingir velocidades de rotação de eixo em excesso a 60.000 RPM. Esta turbina foi desenvolvida para funcionar em tandem com uma turbina convencional, ambas, em princípio, em um ciclo Brayton. A ideia é melhorar a eficiência do ciclo Brayton. Este ciclo Brayton seria aplicado como conversor elétrico de uma micro usina nuclear espacial. A TPMF tem a característica da passividade. Alguns testes foram feitos com vapor saturado e foi mostrado que suas boas características, também, existem quando se trabalha com o vapor. Existe um estudo realizado pelo grupo da patente que mostra que neste caso a TPMF poderia ser um dispositivo passivo associado ao sistema de segurança de uma Usina Nuclear para evitar o que se está denominando de efeito Fukushima. Este fato é um bônus do desenvolvimento da TPMF.

### Diferencial

- Leve;
- Fácil de instalar;
- Pode ser utilizada em sistema de segurança nuclear em usinas nucleares de potência.

### Benefícios

- Passiva;
- Funciona melhor em situações de baixa energia do fluido;
- Aplicada em grandes usinas ajuda a mitigar o efeito Fukushima.

### Aplicações de Mercado

- Melhora conversão elétrica em micro sistemas nucleares que utilizam ciclos Braytons;
- Pode ser empregada em sistema passivo de segurança nuclear de usinas nucleares;
- Em tamanhos pequenos pode ser aplicada em fazendas e chácaras, e pequenas indústrias para geração de energia suplementar.

Titular: IEAv-Instituto de Estudos Avançados

Status: Patente concedida – BR 10 2013 026213 7



**KNOW-HOW**



## GIROSCÓPIO À FIBRA ÓPTICA

### Introdução

Giroscópios são sensores capazes de medir velocidades de rotação às quais um veículo é submetido durante um intervalo de tempo de interesse. Há diferentes abordagens para a construção de um giroscópio. A Tecnologia em questão é baseada em bobina de fibra óptica e interferometria de luz guiada.

### A Tecnologia

Sensor que realiza medições de velocidade de rotação em 01 (um) eixo, permitindo que um computador de bordo obtenha o apontamento no referido eixo ao longo de sua trajetória, ou mesmo o apontamento resultante do veículo mediante o uso de três giroscópios triortogonalmente alinhados.

### Diferencial

- Domínio de toda a engenharia de protótipo;
- Domínio de metodologia de testes e levantamento de figuras de mérito (por exemplo Variância de Allan);
- Tecnologia já testada em diferentes veículos, incluindo foguetes de sondagem.

### Benefícios

Versatilidade na definição dos seguintes parâmetros:

- Sensibilidade; e
- Fundo de escala.

### Aplicações de Mercado

- Sensoriamento inercial (monitoramento de apontamento de veículos como drones, carros, aeronaves, tanques, foguetes, submarinos e veículos espaciais);
- Sensoriamento de plataformas de apontamento (monitoramento de apontamento balístico).

Titular: IEAv-Instituto de Estudos Avançados

Status: Fornecimento de tecnologia



## FABRICAÇÃO DE LÂMPADA DE CATODO OCO



### Introdução

Uma lâmpada de cátodo oco (HCL, do inglês hollow-cathode lamp) é um tipo de lâmpada usada na análise física e química como uma fonte de linha espectral (por espectrometria de absorção atômica, por exemplo) e como um sintonizador de frequência para fontes de luz, tais como lasers.

### A Tecnologia

Uma HCL geralmente consiste de um tubo de vidro que contém um cátodo, um ânodo e um gás tampão (normalmente um gás nobre). Uma alta tensão entre o ânodo e cátodo fará com que o gás tampão ionize, criando um plasma. Os íons do gás tampão serão então acelerados para o cátodo de pulverização catódica a partir de átomos de fora do cátodo. Tanto o gás tampão e os átomos de cátodo atomizados por sua vez serão excitados pelas colisões com outros átomos / partículas no plasma. Os átomos excitados por sua vez decaem emitindo fótons. Por fim a energia/comprimento de onda desses fótons, ao serem mapeadas fornecem o espectro dos elementos nela presentes. Tanto o espectro do gás tampão ou do próprio material do cátodo podem ser de interesse científico e industrial.

### Diferencial

Estas lâmpadas de cátodo oco podem ser adquiridas no mercado internacional, mas possuem limitação quanto à corrente de operação máxima. O IEAv desenvolveu lâmpadas próprias que são fabricadas com vidro e com descargas de cátodo oco, utilizando componentes de vácuo. As lâmpadas fabricadas no IEAv são robustas, desmontáveis e de fácil troca de material do cátodo e apresentam como diferencial a capacidade de operar com correntes mais altas do que as comerciais.

### Benefícios

Melhorar as seguintes técnicas avançadas de espectroscopia óptica e a laser:

- Espectroscopia de Emissão atômica;
- Espectroscopia de Absorção atômica;
- Espectroscopia Optogalvânica;
- Espectroscopia Optogalvânica Contra Propagante;
- Fluorescência Induzida por Laser.

### Aplicações de Mercado

- Institutos de Pesquisa;
- Laboratórios de análises médicas que dependam de calibração espectroscópica.

**Titular:** IEAv–Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Fornecimento de tecnologia



**PROGRAMAS  
DE  
COMPUTADOR**



## AMBIENTE DE INTEGRAÇÃO E VISUALIZAÇÃO DE FERRAMENTAS BASEADAS EM INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS – PLATAFORMA AEROGRAF – VERSÃO 2012



### Introdução

Este programa é a versão atualizada em 2012 do programa que foi desenvolvido no IEAV para ser a base tecnológica do desenvolvimento de componentes estratégicos que necessitem de um ambiente georreferenciado para viabilizar um cenário de planejamento e de análise operacional com o uso eficiente dos recursos de forma eficaz e segura.

### o PROGRAMA

O Programa de Computador denominado "Ambiente de integração e visualização de ferramentas baseadas em informações georreferenciadas – Plataforma AEROGRAF" – versão 2012, ou simplesmente AEROGRAF, é uma versão atualizada software AEROGRAF no qual foram feitas melhorias na arquitetura, sem novas capacidades. Ou seja, é um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que tem por objetivo servir como plataforma básica de desenvolvimento para aplicações que necessitem de um ambiente referenciado geograficamente e temporalmente. Sua arquitetura foi concebida de modo que novos componentes possam ser criados com rapidez e facilidade, integrando-se aos já existentes e dotando o AEROGRAF de novas funcionalidades.

### LINGUAGEM

C++

### Diferencial

Modularidade. Permite a contínua integração de novos componentes com novas funcionalidades de maneira rápida e fácil.

### Benefícios

Oferece um ambiente de informações geográficas (SIG) para o desenvolvimento de novas aplicações e a integração dessas aplicações com outras já desenvolvidas.

### Aplicações de Mercado

Aplicações de software que necessitem de um ambiente de informações geográficas (SIG).

Titular: IEAV–Instituto de Estudos Avançados

Status: Programa de Computador Registrado - BR 51 2013  
001086-1



## AMBIENTE DE INTEGRAÇÃO E VISUALIZAÇÃO DE FERRAMENTAS BASEADAS EM INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS – PLATAFORMA AEROGRAF – VERSÃO 2012



### Introdução

Este programa é a versão atualizada em 2012 do programa que foi desenvolvido no IEAV para ser a base tecnológica do desenvolvimento de componentes estratégicos que necessitem de um ambiente georreferenciado para viabilizar um cenário de planejamento e de análise operacional com o uso eficiente dos recursos de forma eficaz e segura.

### o PROGRAMA

O Programa de Computador denominado "Ambiente de integração e visualização de ferramentas baseadas em informações georreferenciadas – Plataforma AEROGRAF" – versão 2012, ou simplesmente AEROGRAF, é uma versão atualizada software AEROGRAF no qual foram feitas melhorias na arquitetura, sem novas capacidades. Ou seja, é um Sistema de Informações Geográficas (SIG), que tem por objetivo servir como plataforma básica de desenvolvimento para aplicações que necessitem de um ambiente referenciado geograficamente e temporalmente. Sua arquitetura foi concebida de modo que novos componentes possam ser criados com rapidez e facilidade, integrando-se aos já existentes e dotando o AEROGRAF de novas funcionalidades.

### LINGUAGEM

C++

### Diferencial

Modularidade. Permite a contínua integração de novos componentes com novas funcionalidades de maneira rápida e fácil.

### Benefícios

Oferece um ambiente de informações geográficas (SIG) para o desenvolvimento de novas aplicações e a integração dessas aplicações com outras já desenvolvidas.

### Aplicações de Mercado

Aplicações de software que necessitem de um ambiente de informações geográficas (SIG).

Titular: IEAV–Instituto de Estudos Avançados

Status: Programa de Computador Registrado - BR 51 2013  
001086-1



## ASA – AMBIENTE DE SIMULAÇÃO AEROESPACIAL

### Introdução

A antecipação de possíveis resultados dos engajamentos entre forças oponentes é uma demanda militar desde que os primeiros exércitos foram formados. Embora a utilização de computadores neste contexto não seja tão recente, nos últimos anos, com o aumento crescente da capacidade de processamento e a evolução da Inteligência Artificial (IA), as possibilidades se expandiram largamente, e as simulações computacionais passaram a ocupar posição de destaque entre as ferramentas de previsão e apoio à decisão.

O Ambiente de Simulação Aeroespacial (ASA) surgiu na Força Aérea Brasileira (FAB) diante da necessidade de dotar seus decisores com uma ferramenta de apoio à decisão nacional, no campo da Modelagem e Simulação, por meio da qual fosse possível antever resultados de cenários. Esse tipo de ferramental é usualmente empregado nos contextos militares com propósitos de: selecionar cursos de ação, desenvolver táticas e doutrinas de emprego, adestrar decisores em jogos de guerra, avaliar novas aquisições e desenvolver novas tecnologias.

### o PROGRAMA

O programa computacional denominado ASA foi desenvolvido como um framework de simulação construtiva, ou seja, uma estrutura de software capaz de fornecer uma base para a criação, configuração, execução e análise de modelos e simulações por meio de um serviço web (online). Permite integração com Simulação Virtual. Pode ser utilizada por outros desenvolvedores para criar funcionalidades destinadas a diferentes tipos de usuários finais, voltadas para simulação.

### LINGUAGEM

C++, Python, GO, JavaScript

### Diferencial

Os principais diferenciais são: é uma solução nacional e é disponibilizada como um serviço web.

Além disso, devido à sua arquitetura modular, extensões de sua base de modelos visando à inclusão de novos sistemas e subsistemas dos domínios terrestre, marítimo, aéreo ou espacial, podem ser feitas com bastante flexibilidade, apesar de exigirem conhecimento específico por parte dos programadores que queiram fazê-las.

### Benefícios

Independência tecnológica; Solução desenvolvida de acordo com as necessidades específicas da FAB e que permite extensões e novos desenvolvimentos; Padronização dos modelos das simulações da FAB, desde o nível tático até o nível estratégico, favorecendo a consistência dos resultados e análises.

### Aplicações de Mercado

O ASA tem possibilidades de uso na Indústria Nacional de Defesa, no que diz respeito à Simulação, pois pode ser utilizado pelas empresas para o desenvolvimento dos modelos simulados de seus produtos (aeronaves, armamentos, radares, dentre outros, que podem ser inseridos em cenários e avaliados. Posteriormente, as empresas poderiam ofertar seus modelos desenvolvidos no ASA para a FAB, permitindo a composição de cenários com informações mais precisas.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Programa de Computador Registrado - BR 51 2024 002174- 4



## ASAS SOFTWARE (BETA 1.0) ANALYSIS AND SIMULATION OF ATOMIC SPECTRA



### Introdução

Dentro da área aeroespacial, o segmento de análise espectroscópica de materiais requer ferramentas que agilize tanto a execução de experimentos quanto a análise de dados obtidos. O objetivo do programa ASAS é facilitar o planejamento e a análise de dados em experimentos de espectroscopia atômica.

### o PROGRAMA

É um programa que se destina a auxiliar o planejamento de experimentos de espectroscopia atômica, simulando espectros e verificando a possibilidade de transições eletrônicas a partir dos vários níveis de energia de um átomo. Permite, também, o cálculo a temperatura de excitação eletrônica dos átomos.

### LINGUAGEM

VISUAL BASIC

### Diferencial

Não há um programa similar disponibilizado com uso gratuito.

### Benefícios

- Facilita o planejamento e análise de dados de experimentos;
- Fornece as possíveis transições eletrônicas a partir de um nível de energia particular;
- Permite o cálculo de temperatura eletrônica;
- Permite a construção de bases de dados orientadas ao campo de pesquisa.

### Aplicações de Mercado

O programa foi desenvolvido para aplicações em pesquisas básicas para identificação de espectros atômicos e estudos de transições entre níveis eletrônicos. Estes estudos são importantes e podem beneficiar aplicações nos setores: aeroespacial, energia, sensores ópticos, dispositivos fotônicos e em diversas áreas da Defesa. Além disso, o programa pode ser aplicado em pesquisas básicas, nas Universidades e Centros de Pesquisa, para facilitar a identificação de espectros e transições entre níveis, necessários para o desenvolvimento tecnológico e inovação.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Programa de Computador Registrado - BR 51 2015 000453 0



## COTHA-2TP – CORE THERMAL-HYDRAULIC ANALYSIS – TWO PHASE



### Introdução

Este programa foi desenvolvido para analisar, principalmente, canais típicos de reatores PWRs ("Pressurized Water Reactors"). Em condições normais, os PWRs estão projetados para trabalhar com o refrigerante abaixo da temperatura de saturação, ou seja, com o escoamento do fluido na forma líquida. No entanto, a temperatura do refrigerante, principalmente nos canais mais quentes, encontra-se muito próximo da saturação e, além disso, a parede do revestimento de combustível pode atingir valores acima da temperatura de saturação. Desta forma, em certos casos, pode acontecer de se chegar a um regime de ebulição sub-resfriada, ou até mesmo, em um início de ebulição nucleada, ou seja, a temperatura do fluido pode atingir a saturação e o escoamento torna-se bifásico (líquido-vapor). É de grande importância o estudo do escoamento bifásico em reatores PWRs, pois com a ocorrência deste regime, há uma súbita mudança no coeficiente de transferência de calor e um aumento da perda de carga que pode levar à instabilidade do escoamento.

### O PROGRAMA

O programa computacional denominado COTHA-2tp resolve as equações de conservação de massa, quantidade de movimento axial e energia para um volume de controle, considerando estado estacionário, geometria unidimensional e escoamento monofásico (líquido) e bifásico (líquido e vapor), utilizando o modelo homogêneo.

### LINGUAGEM

C++

### Diferencial

Os principais diferenciais são a simplicidade de utilização e a facilidade de atualização ou inserção de melhorias (upgrade).

### Benefícios

Realização de análises termo-hidráulicas com alta qualidade de resultados com uma resposta rápida em relação aos principais softwares da área.

### Aplicações de Mercado

Aplicações técnico-científicas na área de reatores PWRs e dentre eles podem ser mencionados os reatores nucleares das usinas de Angra 1, 2 e 3 e o do submarino nuclear.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Programa de Computador Registrado - BR 51 2019 001707 2



## DETER-V - DETECTOR EM TEMPO REAL DE VEÍCULOS EM IMAGENS AÉREAS



### Introdução

Em ambientes operacionais modernos, a superioridade da informação é um diferencial estratégico. A capacidade de detectar e classificar alvos nas imagens aéreas em tempo real é fundamental para aumentar a consciência situacional e permitir decisões rápidas e precisas. Além disso, contribui diretamente para a efetividade operacional ao reduzir a carga cognitiva dos operadores e proporcionar um ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir, Agir) mais eficiente, representando um avanço significativo no apoio à tomada de decisão e a capacidade de resposta em missões críticas.

### O PROGRAMA

O software DETER-V foi desenvolvido para atender aos requisitos operacionais de missões IVR (Inteligência, Vigilância e Reconhecimento), com foco na detecção em tempo real de veículos de pequeno e grande porte em imagens aéreas.

### LINGUAGEM

Python

### Diferencial

O principal diferencial está no fato de ser uma solução nacional, sendo possível adaptar a solução a diferentes cenários operacionais, bem como expandir a capacidade de detecção para outros alvos de interesse.

### Benefícios

Independência tecnológica; Priorização eficiente e elevação da taxa de detecção de alvos de interesse em tempo real; Redução da carga cognitiva dos operadores; Elevação da consciência situacional e eficácia nas missões de IVR; Flexibilidade para inserção de novos alvos de interesse.

### Aplicações de Mercado

O DETER-V pode ser utilizado pela Indústria Nacional de Defesa, com possibilidades de ser utilizado pelas empresas para o desenvolvimento de sistemas de detecção automática de alvos em tempo real em imagens aéreas de diversos tipos de sensores.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Programa de Computador Registrado - BR 51 2025 001263-2



## INSPEÇÃO DE PAPI USANDO AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA



### Introdução

Muitos aeródromos são dotados de equipamentos denominados auxílios à navegação aérea. Dentre esses auxílios, existe um cujo objetivo é prover um auxílio visual ao pouso da aeronave por meio de um sistema de luzes que indica se a aeronave está realizando sua descida dentro de uma rampa, ou razão, correta. Luzes vermelhas indicam que a aeronave está muito baixa e luzes brancas que a aeronave está muito alta. O ângulo correto para descida é caracterizado quando o sistema apresenta duas luzes brancas e duas luzes vermelhas. O software "Inspeção de PAPI usando Aeronave Remotamente Pilotada" possibilita que o cálculo dos ângulos para cada uma das luzes desse sistema seja realizado a partir de um voo com ARP (drone). Isso contrapõe o método de inspeção atual que é realizado por meio de aeronave-laboratório do Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV). O software permite que a inspeção do auxílio seja feita de forma mais rápida, em menos tempo e com redução significativa de custos. Para isso, o papel do piloto inspetor dentro da aeronave do GEIV foi reproduzido pelo programa ora proposto, e o piloto da ARP é capaz de disparar os eventos, ou registrar por meio de botões, a posição no espaço quando há a transição das luzes vermelhas para brancas de cada uma das quatro caixas do sistema PAPI.

### O PROGRAMA

O software é capaz de calcular o ângulo vertical para cada uma das quatro caixas do sistema PAPI e o ângulo de recobrimento lateral do sistema, ou seja, o ângulo medido lateralmente ao sistema na posição e no momento em que é possível visualizá-lo.

### LINGUAGEM

JavaScript

### Diferencial

O programa é capaz de realizar a inspeção de PAPI exatamente igual à inspeção realizada por meio de uma aeronave-laboratório do GEIV permitindo que a inspeção do auxílio seja feita de forma mais rápida, redução de pessoas envolvidas e com redução significativa de custos.

### Benefícios

Redução do tempo de inspeção do auxílio e consequentemente ganhos para a dinâmica do aeródromo inspecionado, emprego de apenas duas pessoas para a realização da tarefa, redução drástica dos custos envolvidos para a inspeção do auxílio visual em termos de horas de voo com aeronave laboratório e redução de emissões de CO<sub>2</sub>.

### Aplicações de Mercado

Aplicações para a instalação e verificação periódica dos ângulos das luzes do PAPI seja por empresas privadas ou governamentais

**Titular:** IEAV–Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Programa de Computador Registrado - BR 51 2023 002743-0



## LDIO - LEITOR DE DADOS E IMAGENS OPERACIONAIS PARA TECNOLOGIA PITER



### Introdução

Atualmente, há uma grande difusão do uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), nas mais diversas aplicações. Estes veículos transmitem dados para estações de solo, por onde operadores controlam o veículo e analisam os dados coletados. É, portanto, essencial o acesso a estes dados. Em termos de defesa nacional, o Brasil utiliza ARPs que seguem o protocolo de comunicação STANAG 4609 para dados e vídeos transmitidos. Entretanto, até então, os esquadrões utilizam um sistema proprietário, que não está integrado a outros sistemas nacionais. Por ser fechado, o software atual impossibilita a integração com técnicas e métodos avançados de análise de imagem, que aumentariam a operacionalidade e eficiência da Força com seus ARPs. Além disso, os dados de imagem são tratados internamente no software para inclusão na própria imagem dos dados de telemetria. Este aspecto corrompe as imagens para alguns objetivos de análise. Diante do exposto, portanto, observa-se que há uma grande necessidade de um sistema próprio nacional de acesso aos dados via protocolo STANAG 4609, e que se integre a outros sistemas já em uso, a exemplo do Planejador de Missão Aérea (PMA).

### O PROGRAMA

O Leitor de Dados e Imagens Operacionais (LDIO) é um software para aquisição, visualização, extração e exportação de dados, via protocolo STANAG 4609, estabelecido pela OTAN, para uma interface amigável ao usuário. Com ele, é possível adquirir e visualizar os dados de telemetria e imageamento fornecidos pelos sensores de aeronaves remotamente pilotadas em tempo real, podendo estes dados serem exportados para outros sistemas tanto durante, quanto após a aquisição, incluindo o PMA.

### LINGUAGEM

C#

### Diferencial

A principal vantagem do LDIO é o fato de que ele trabalha com os dados puros transmitidos pelos sensores, sem intermediários ou tratamentos que os modificam, e em tempo real. Além disso, o software se diferencia por se integrar a outros softwares já utilizados pela FAB, como por exemplo, o PMA.

### Benefícios

Solução desenvolvida de acordo com as necessidades específicas da FAB e que permite extensões e novos desenvolvimentos; Acesso aos dados das ARPs de forma mais independente e flexível; independência tecnológica; possibilidade de integração com técnicas mais avançadas de análise de imagens

### Aplicações de Mercado

Este software supre a necessidade de acesso e manipulação dos dados capturados por ARPs que utilizam a STANAG 4609 de forma mais direta, flexível e em tempo real; bem como permite integração com outros sistemas em uso operacional da FAB, como o PMA. Além disso, a arquitetura do sistema e flexibilidade no acesso aos dados permite que outros subsistemas e técnica de análise de imagens em tempo real possam ser incorporadas ao software. A inclusão destas técnicas permite ganhos operacionais para as mais diversas aplicações (monitoramento, vigilância, sensoriamento remoto, etc.)

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Programa de Computador Registrado - BR 51 2024 003008-5



## MCS-D: SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE ALOCAÇÃO DE ARMAS DE DEFESA AÉREA COM O MÉTODO MONTE CARLO SCANNING



### Introdução

Esse é uma ferramenta de simulação computacional de apoio à decisão militar. O cenário analisado é composto por uma força atacante com diferentes armas de ataque, uma força de defesa terrestre, também com diferentes armas de defesa aérea para proteção de diversos alvos. O problema da defesa é determinar, definir ou conhecer o provável plano de ataque como entrada do programa e distribuir da maneira mais efetiva as diversas armas de defesa nos diversos alvos, considerando a importância dos alvos e outras restrições como, por exemplo, quantidades de armas, custos, pessoal de operação, áreas necessárias etc. O objetivo da defesa é maximizar o valor esperado da sobrevivência de todos os alvos, ou seja, maximizar a função objetivo discreta global satisfazendo as restrições de: disponibilidade de armas; disponibilidade de área; custo máximo; e número máximo disponível de operadores de armas de defesa.

### o PROGRAMA

O programa computacional denominado COHA- O Método Monte Carlo Scanning (MCS), desenvolvido no IEAv, utiliza o princípio básico do Método Monte Carlo para amostrar pontos do domínio e, para o problema de alocação de armas, as soluções são encontradas utilizando a Técnica da Rejeição no domínio que é caracterizado pelas restrições. No Método MCS são gerados aleatoriamente um número muito grande de planos de defesa que devem obedecer a todas as restrições e calculados os valores da função objetivo discreta global. A seguir, os valores são ordenados e a solução correspondente ao valor máximo da função objetivo é escolhida.

O Método MCS utiliza o princípio básico do Método Monte Carlo para amostrar pontos do domínio e, para o problema de alocação de armas, as soluções são encontradas utilizando a Técnica da Rejeição no domínio que é caracterizado pelas restrições.

No programa computacional MCS-D foi implementado o Método MCS para a maximização de uma função objetivo discreta, característica de um problema de alocação de armas de defesa aérea em camadas. Como o Método Monte Carlo Scanning fornece soluções confiáveis para esta classe de problemas, pode ser considerado como uma importante ferramenta de simulação computacional para sistemas de apoio à decisão militar.

### LINGUAGEM

MatLab

### Diferencial

Os principais diferenciais são a simplicidade de utilização e a facilidade de atualização ou inserção de melhorias (upgrade).

### Benefícios

Os programas computacionais comumente utilizados para endereçar o problema de alocação de armas os métodos Algoritmo Genético, Redes Neurais, Simulated Annealing e Programação Dinâmica que, normalmente, necessitam de alguma sintonização. O programa MCS-D oferece benefícios tais como facilidade de implementação, robustez e simplicidade da análise dos resultados.

### Aplicações de Mercado

Auxílio à tomada de decisão no planejamento de defesa aérea em camadas.

Titular: IEAv-Instituto de Estudos Avançados

Status: Programa de Computador Registrado - BR 51 2019 001708-0



## SPE - SISTEMA DE POSICIONAMENTO EMBARCÁVEL PARA TECNOLOGIA PITER



### Introdução

Aeronaves localizam-se no globo terrestre através de sistemas de posicionamento que são responsáveis por apresentar sua localização por meio de sistemas de coordenadas geográficas. Esta localização é utilizada para que o processo de navegação da aeronave seja realizado, garantindo ao piloto (seja ele humano ou sistemas autônomos / automáticos) as informações referentes a atitudes, posicionamento, velocidade e direção do voo da aeronave. Dentre os sistemas de navegação convencionais existentes, aqueles que estão englobados em sistemas inerciais e nos GNSS (Global Navigation Satellite System) podem apresentar tais informações agregadas. Sistemas baseados nas tecnologias mencionadas anteriormente não apresentam comportamentos totalmente satisfatórios. O sensor inercial tem por característica acumular erros de deriva. Além disso, em termos de soberania nacional, o Brasil ainda não possui um GNSS nacional e utiliza-se de sistemas estrangeiros, que podem ser bloqueados pelo país detentor. Por outro lado, sinais GNSS podem sofrer interferência e serem falseados, impossibilitando a navegação. Outro aspecto que limita os sistemas GNSS no Brasil, inclusive, é a anomalia do Atlântico-Sul, na Ionosfera, que aumenta a incerteza destes sinais. Sendo assim, é importante que o Brasil desenvolva um sistema que forneça informações de navegação e posicionamento para aeronaves, garantindo a aeronavegabilidade e segurança de voo, tornando um sistema redundante e/ou alternativo para GPS embarcado.

### O PROGRAMA

O software "SPE - Sistema de Posicionamento Embarcável para tecnologia PITER" apresenta a possibilidade de receber sinais dos múltiplos sensores auxiliares a navegação já existentes na aeronave a ser embarcada, fazer a fusão destas informações com dados de sensores imageadores e inerciais, apresentando, como saídas, informações de navegação (posição, velocidade e atitude da aeronave) em tempo real. Este programa possibilita, portanto, que a navegação seja realizada e o posicionamento da aeronave seja apresentado em complemento a informações de outros sensores, garantindo robustez e confiabilidade nas informações de navegação, pois supre a fragilidade dos sistemas convencionais baseando-se na fusão de dados de múltiplos sensores. Os dados a serem utilizados na fusão são os de navegação, a exemplo de IMU, altímetro, entre outros; e dados de sensores imageadores, a partir dos quais serão estimadas informações de posicionamento por algoritmos de processamento de imagens, visão computacional e fotogrametria, totalmente embarcável. Seu uso poderá ser para quaisquer tipos de hardware de processamento compatível e aeronaves.

### LINGUAGEM

C, C++, e Python

### Diferencial

O programa é complementar a informações de um sistema GNSS embarcado a aeronave (localização), além de ter a possibilidade de ser embarcável em quaisquer tipos de hardware e aeronave, mitigando as fragilidades e limitações de um sistema GNSS, fornecendo suas informações em tempo real.

### Benefícios

O SPE fornece uma alternativa a dados de navegação de sistemas GNSS embarcados e, também permite a fusão das informações sensores de posicionamento da aeronave, apresentando resultados otimizados e acurados complementares a sistemas de navegação já existentes.

### Aplicações de Mercado

As aplicações de mercado para o software concentram-se no uso em aeronaves como forma de complementar informações de navegação e seu posicionamento, garantindo a aeronavegabilidade e segurança de voo.

Titular: IEAV-Instituto de Estudos Avançados

Status: Programa de Computador Registrado - BR 51 2024  
000066-6



## VIPDECISIONS



## Introdução

A Análise de Decisão visa à tomada de decisões racionais e consistentes em condições de aleatoriedade ou incerteza. Neste contexto, pode ser interessante investir para eliminar incertezas antes de se tomar uma decisão. Assim, surge a questão: quanto vale a pena investir na eliminação de tais incertezas? A fim de solucionar esta questão de maneira automatizada, este pacote computacional oferece uma ferramenta para cálculo do Valor Esperado da Informação em árvores decisórias.

## O PROGRAMA

Trata-se de um pacote computacional, desenvolvido em JAVA, para realizar o cálculo do valor da informação em árvores decisórias. O software possibilita a utilização de dois algoritmos para cálculo do Valor Esperado da Informação Perfeita (VEIP) e Valor Esperado da Informação Imperfeita (VEII): o primeiro retorna o valor exato do VEIP/VEII, mas apresenta baixa eficiência em problemas de grande porte; o segundo algoritmo utiliza o método de Monte Carlo e retorna um valor aproximado em menor tempo. O pacote computacional também apresenta outras funcionalidades auxiliares para manipulação de árvores decisórias, dentre elas: criação, edição e visualização circular de árvores; construção descentralizada dos ramos; equivalência entre nós aleatórios; e compatibilidade com o projeto open-source UNBBayes para redes bayesianas.

## LINGUAGEM

JAVA

## Diferencial

O cálculo do Valor da Informação para uma árvore decisória, apesar de ter uma formulação simples, possui crescimento exponencial com os dados de entrada e, portanto, requer muito tempo e memória para ser executado em problemas de grande porte. Por esse motivo, o pacote computacional em questão apresenta como diferenciais: algoritmo para simplificação de determinados ramos da árvore; e utilização do método de Monte Carlo para cálculo aproximado, com possibilidade de inserção do número de passos do algoritmo e exibição do desvio padrão da média amostral.

## Benefícios

- Pacote computacional de fácil utilização, que soluciona um problema de alta complexidade na área de Análise de Decisão.
- Suíte computacional para manipulação de árvores decisórias, com diversas funcionalidades gráficas.

## Aplicações de Mercado

Priorização e alocação de recursos em qualquer área do mercado (campo empresarial, setor de pesquisa e desenvolvimento, indústria, ensino, saúde, entre outros). Por exemplo, na área da saúde, este programa de computador pode ajudar a responder questões sobre como selecionar apropriadamente os exames a serem realizados no paciente a fim de diagnosticar sua doença, desde que haja informações estatísticas adequadas para inserção no software.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Programa de Computador Registrado - BR 51 2013  
001382-8



# **FORÇA AÉREA BRASILEIRA**

*Asas que protegem o País*

INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS  
Trevo Coronel Aviador José Alberto do Amarante, 1  
Putim - CEP - 12.228-001  
Caixa Postal 6044 - CEP - 12.228-970  
São José dos Campos - SP - Brasil  
Fone: (12) 3947-5360 - (12) 3947-5374 - Fax (12) 3944-1177  
Assessoria de Comunicação Social: [acs.ieav@fab.mil.br](mailto:acs.ieav@fab.mil.br)  
[www.ieav.dcta.mil.br](http://www.ieav.dcta.mil.br)