

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Telecomunicações
e Controle

ISSN 1517-3550

BT/PTC/0408

Influência de Aberturas na Efetividade
de Blindagem: Uma Análise
Computacional

Marcio Antonio Mathias
Jorge Mieczyslaw Janiszewski

São Paulo – 2004

1412120

O presente trabalho é um resumo da tese de doutorado apresentada por Marcio Antonio Mathias, sob orientação do Prof. Dr. Jorge Mieczyslaw Janiszewski: "Influência de Aberturas na Efetividade de Blindagem: Uma Análise Computacional", defendida em 03/05/04, na Escola Politécnica.

A íntegra da tese encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica/USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Mathias, Marcio Antonio

Influência de aberturas na efetividade de blindagem: uma análise computacional / Marcio Antonio Mathias, Jorge Mieczyslaw Janiszewski. -- São Paulo : EPUSP, 2004.

p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle ; BT/PTC/0408)

1. Campo eletromagnético 2. Compatibilidade eletromagnética
I. Janiszewski, Jorge Mieczyslaw II. Universidade de São Paulo.
Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Telecomunicações e Controle III. Título IV. Série
ISSN 1517-3550

CDD 537.811
621.38224

INFLUÊNCIA DE ABERTURAS NA EFETIVIDADE DE BLINDAGEM: UMA ANÁLISE COMPUTACIONAL

1 INTRODUÇÃO

A presença de aberturas e fendas afeta o desempenho de blindagens metálicas e o estudo dessa influência é um importante tópico na análise da compatibilidade eletromagnética em sistemas elétricos e eletrônicos.

Um procedimento computacional baseado no método das linhas de transmissão (TLM) foi desenvolvido e integrado a um poderoso conjunto de ferramentas de visualização de campo. Sua utilização comprovou ser adequada na modelagem de problemas objetivando a análise da susceptibilidade eletromagnética através do parâmetro EB - efetividade de blindagem. Assim, investigou-se a influência de posição, forma, espessura da parede metálica e preenchimento da região da abertura com material dielétrico sobre o campo eletromagnético dentro da blindagem.

O cálculo da efetividade seletiva da blindagem, relativo a cada componente do campo, permite uma maior compreensão do fenômeno que envolve a excitação de modos ressonantes do conjunto cavidade-abertura.

Uma análise global com a visualização tridimensional do parâmetro EB pode ser feita e os resultados obtidos utilizados como guia na otimização de blindagens.

2 METODOLOGIA

2.1 OS FUNDAMENTOS DO MÉTODO TLM

O TLM [1] baseia-se numa representação numérica do fenómeno de propagação de ondas eletromagnéticas em um meio.

Através de uma malha formada por linhas de transmissão, interconectadas ortogonalmente no espaço, um meio físico é modelado. Uma inspeção nas equações que governam as correntes e tensões nestas linhas permite perceber que estas são análogas às equações de Maxwell que descrevem a propagação de ondas.

Pelo estabelecimento da equivalência entre os parâmetros das linhas e as propriedades do meio físico tais como permissividade elétrica, permeabilidade magnética, condutividade e perdas, obtém-se um modelo de circuito correspondente ao meio a ser estudado. Dessa maneira, tensões e correntes nestas linhas representam, respectivamente, campos elétricos e magnéticos e propriedades do meio como permissividade elétrica e permeabilidade magnética equivalem às capacitâncias e indutâncias nas linhas. Perdas são representadas por resistências e condutâncias. A solução das equações de circuito é construída passo-a-passo no tempo, obtendo-se assim a configuração do campo eletromagnético no espaço bem como o seu comportamento ao longo do tempo.

2.2 PROCEDIMENTO COMPUTACIONAL

O procedimento computacional desenvolvido permite que sejam realizadas modelagens de problemas complexos do ponto

de vista geométrico. Para esta tarefa foi adotado o programa "VTKAD" [2], que permitiu que os problemas analisados fossem descritos interativamente, de forma gráfica, através de comandos via teclado ou "mouse".

Em cada problema, o domínio computacional é encerrado em um volume com forma de paralelepípedo, cujos pontos estão referenciados através de coordenadas cartesianas. O volume total do domínio e as dimensões dos elementos da malha a serem adotados na discretização espacial são os parâmetros informados pelo usuário, na interface gráfica do VTKAD. Neste domínio são acrescentados, um a um, os elementos geométricos que definem as diferentes regiões, formas e propriedades do modelo. Uma vez terminada a inserção de todos os elementos geométricos tem-se como resultado a conexão unívoca de todos pontos do domínio às propriedades físicas do meio que se pretende representar, bem como a definição dos locais onde serão posicionadas as fontes de excitação e o tipo (ou função) adotado nesta excitação. O VTKAD gera então o arquivo tipo texto, correspondente a essa descrição.

Uma vez definido o modelo é possível efetuar a escolha do tipo de saída que se pretende obter com as ferramentas desenvolvidas. O diagrama da figura 1 ilustra as possibilidades:

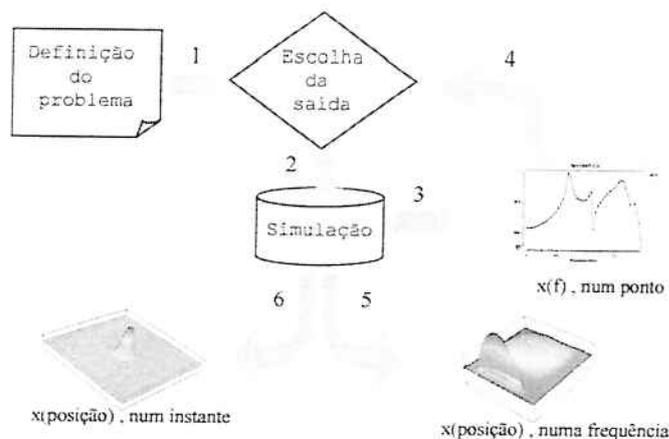


Figura 1 - Utilização das ferramentas desenvolvidas.

3 APLICAÇÃO

A presença de aberturas e fendas constitui caminhos para o acoplamento indesejável de campos eletromagnéticos no interior de blindagens metálicas. Pode-se estimar a qualidade de uma blindagem através da medida do parâmetro 'efetividade de blindagem' - EB ("shielding effectiveness") [3], definida por:

$$EB = 20 \log \left| \frac{F_{ta}}{F_{tp}} \right|$$

onde F_{tp} é a intensidade total do campo elétrico ou magnético medido em um ponto no interior da blindagem e F_{ta} a intensidade do campo medido no mesmo ponto, removendo-se a blindagem. A figura 2 ilustra o modelo de uma caixa metálica utilizado na simulação, contendo uma abertura.

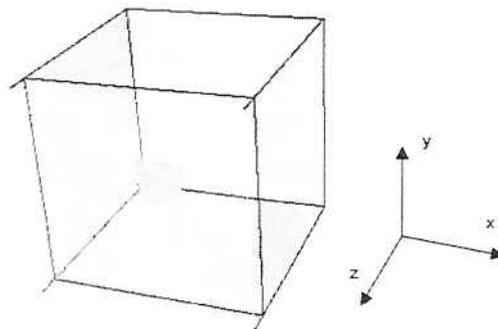


Figura 2 - Caixa metálica de 50 x 50 x 50cm com abertura quadrada.

Uma onda plana é aplicada na face que contém a abertura. Nas figuras 3 e 4 é mostrado o comportamento das componentes de campo E_y e H_x , nos instantes $t=4\Delta t$, $t=5\Delta t$ e $t=6\Delta t$. A onda incidente com campo elétrico de intensidade 0,5 V/m é parcialmente refletida pela blindagem e parcialmente transmitida através da abertura.

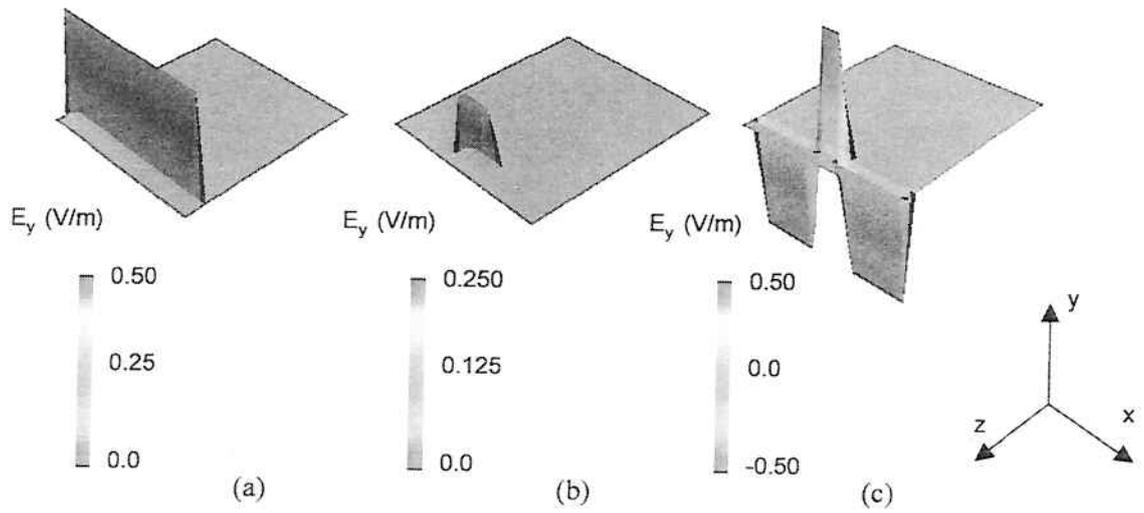


Figura 3 - E_y visualizado no plano xz nos instantes
 (a) $t=4\Delta t$, (b) $t=5\Delta t$ e (c) $t=6\Delta t$.

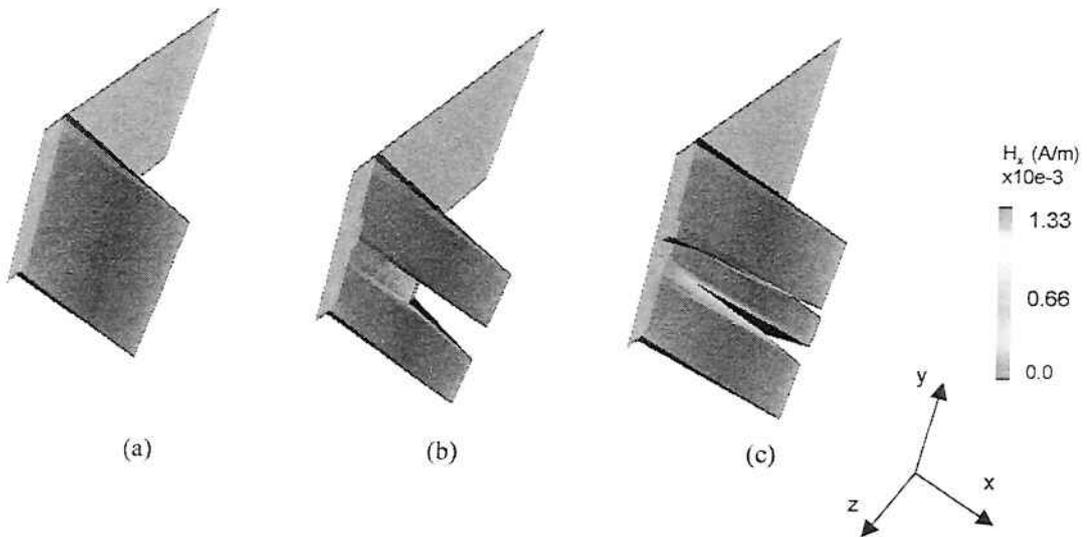


Figura 4 - H_x visualizado no plano yz nos instantes
 (a) $t=4\Delta t$, (b) $t=5\Delta t$ e (c) $t=6\Delta t$.

As correntes induzidas estão associadas às componentes do campo magnético. Uma inspeção na distribuição dessas componentes fornece um quadro da distribuição de corrente induzida na superfície externa da blindagem (fig. 5) e permite uma avaliação do comportamento de EB.

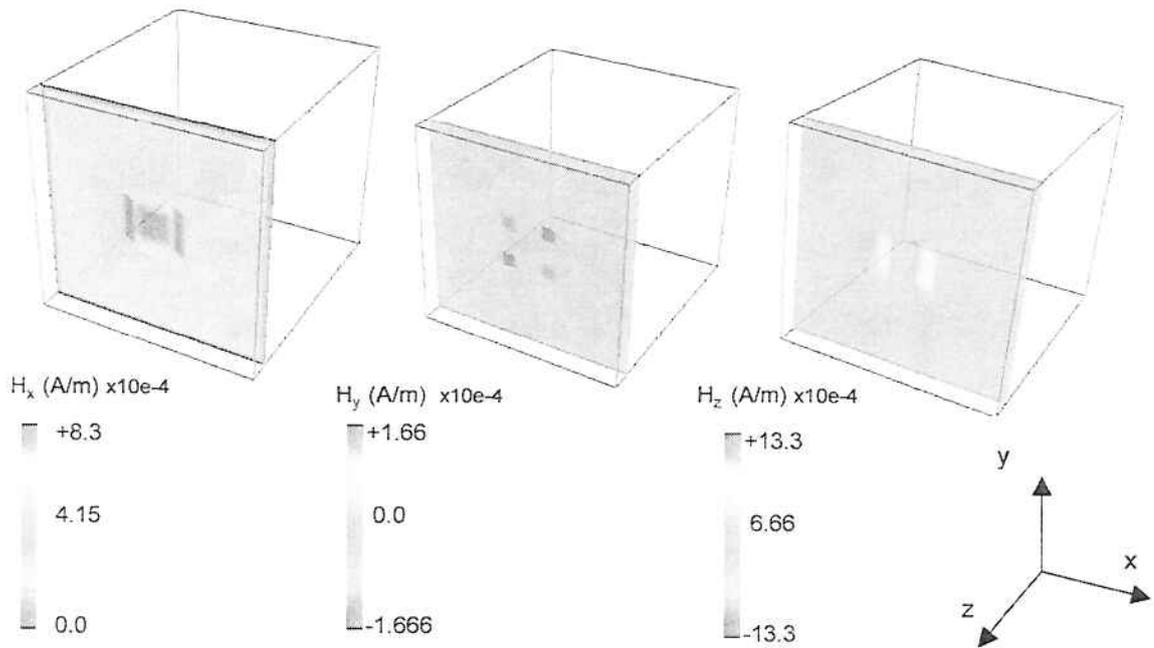


Figura 5 - Projeção das componentes do campo magnético no plano xy obtidas no instante $t=7\Delta t$.

Os campos magnéticos produzidos são as fontes do campo elétrico que se acopla com o interior da caixa metálica, excitando-a como uma cavidade. Essas componentes de campo elétrico, obtidas no instante $t=9\Delta t$, são mostradas nas figuras 6-8.

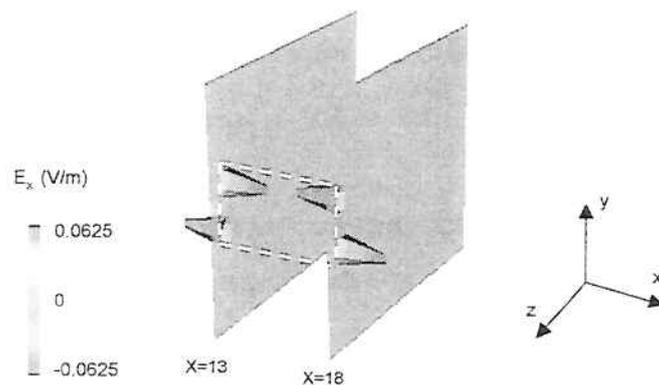


Figura 6 - E_x nas vizinhanças da abertura (linha tracejada).

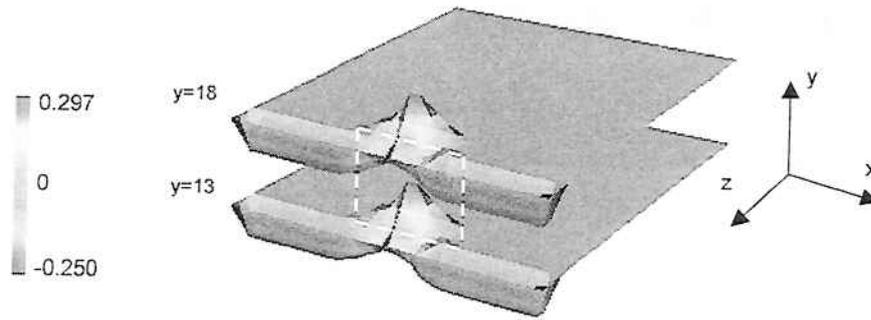


Figura 7 - E_y nas vizinhanças da abertura (linha tracejada),

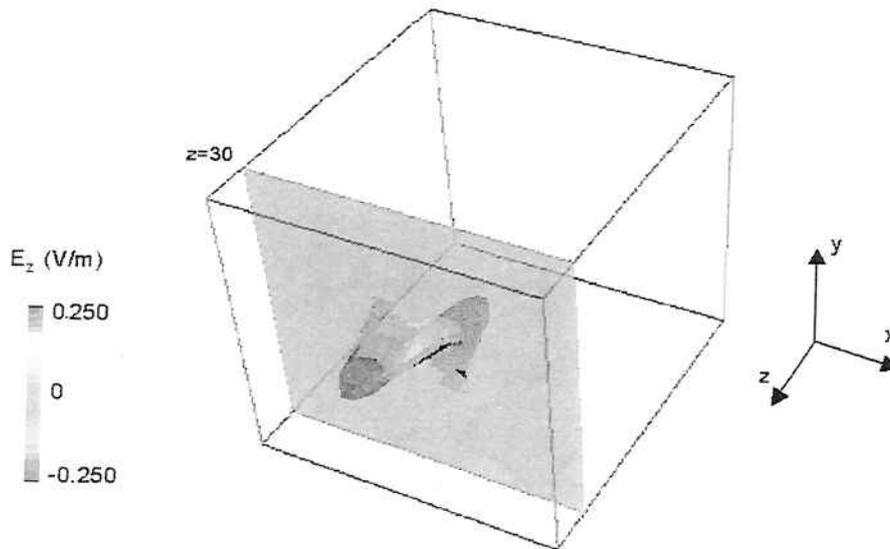


Figura 8 - E_z nas vizinhanças da abertura.

A EB obtida para um ponto central é mostrada na figura 9.

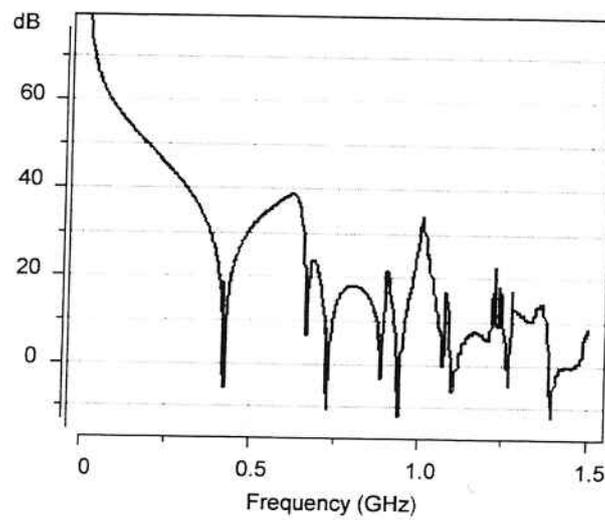


Figura 9 - EB - Efetividade da blindagem próximo ao centro da caixa.

3.1 EFETIVIDADE SELETIVA

Como o procedimento permite obter as componentes de campo elétrico de forma independente, é interessante redefinir o parâmetro da efetividade da blindagem em função de cada uma das componentes desse campo para verificar, seletivamente, sob qual direção o campo contribui mais significativamente no cálculo do parâmetro. Assim, o gráfico da EB_{si} para as componentes do campo elétrico segundo as direções x , y e z , é mostrado na figura 10.

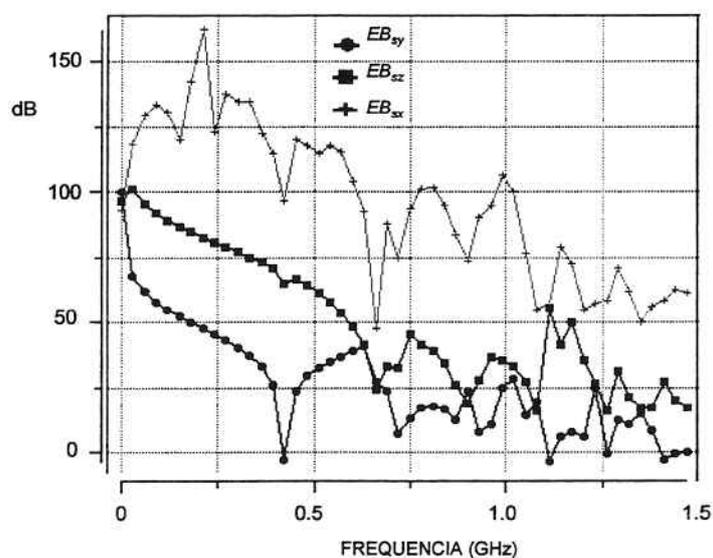


Figura 10 - EB_{si} - Efetividade seletiva da blindagem medida próximo ao centro da caixa, para as componentes x , y e z .

Comparando os gráficos das figuras 9 e 10 nota-se que $EB_{sy} \approx EB$. A componente y do campo elétrico desempenha um papel preponderante no cálculo da efetividade da blindagem no centro da cavidade, ao longo da faixa de frequências analisada. Este resultado se deve à forma resultante da excitação da cavidade pelo campo incidente através da abertura. Conforme ilustrado anteriormente, as componentes do campo elétrico se acoplam de diferentes maneiras à cavidade. A excitação provocada pela componente E_x concentra-se nos cantos da abertura e a sua simetria

espacial faz com que o campo nessa direção seja excitado de forma destrutiva, minimizando sua influência para o cálculo do campo total, no ponto central da caixa metálica. Da mesma forma, a componente E_z é excitada assimetricamente, mas com uma intensidade maior que E_x . Sua influência na determinação da EB pode ser percebida em torno da frequência de 730 MHz. Por sua vez, a componente E_y é excitada de forma construtiva, ao longo de todo o plano da abertura, sendo preponderante na definição do valor total de EB.

3.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE EB

O levantamento da efetividade da blindagem baseada na análise do campo elétrico é comumente realizada no ponto central da caixa metálica, por ser esta a posição de ocorrência dos picos dos primeiros modos de ressonância da caixa. A análise realizada unicamente no ponto central pode ocultar pontos onde a EB foi mais comprometida pela presença da fenda ou pela sua interação com a cavidade. Um levantamento espacial da EB para uma determinada frequência pode fornecer informações dos pontos críticos, onde o campo eletromagnético é mais intenso, comprometendo a blindagem. O mapeamento dessas regiões é relevante para a definição do melhor posicionamento no interior da caixa dos circuitos eletrônicos mais sensíveis à interferência eletromagnética. Analisando a distribuição da EB na frequência correspondente ao modo fundamental da cavidade cúbica anteriormente modelada, obtém-se as distribuições do parâmetro mostradas na figura 11. Planos de corte permitem a identificação da abertura e fornecem uma idéia das regiões onde o campo é mais intenso e, conseqüentemente onde a EB é mais baixa.

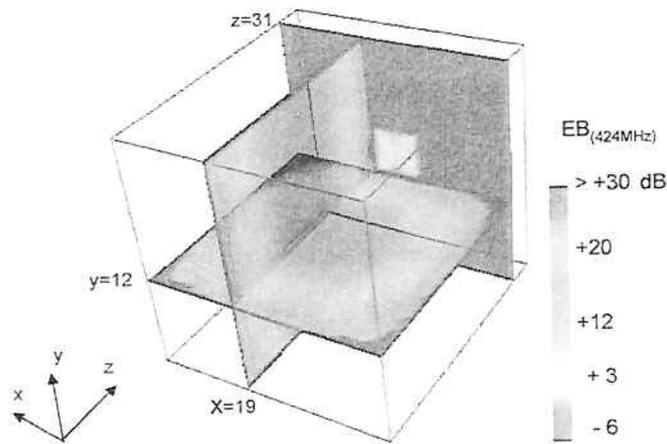


Figura 11 - Distribuição de EB para o modo fundamental.

Uma visualização tridimensional permite identificar as regiões mais críticas. O parâmetro EB obtido dessa forma é mostrado na figura 12 através de superfícies delimitadas por seus valores.

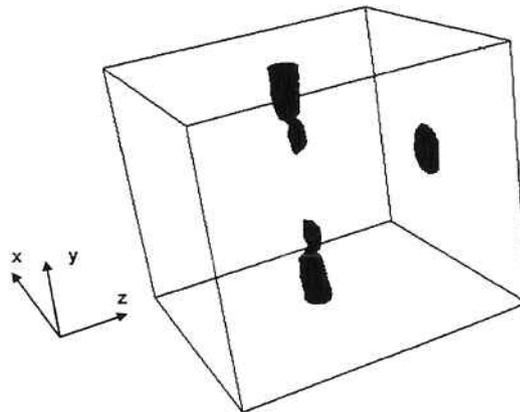


Figura 12 - EB para o modo fundamental ($-6 \text{ dB} < \text{EB} < -4 \text{ dB}$).

Através da visualização volumétrica de EB vê-se claramente que a região central da cavidade não é de fato o ponto mais crítico, mas sim, os pontos nos dois volumes posicionados acima e abaixo do centro ao longo de y e nas proximidades da abertura. Este efeito é causado pela presença da abertura, que modifica a distribuição do campo nesse modo. Na região da janela existe também uma forte deterioração de EB.

3.3 FORMA DA ABERTURA

Para verificar o efeito de uma abertura na blindagem, quanto à sua forma foram realizadas simulações em modelos construídos variando essa característica. Foi possível constatar que o aparecimento de modos ressonantes superiores, espaçados em intervalos cada vez menores no espectro, fazem com que ocorra um adensamento de picos de energia contribuindo para uma redução gradativa de EB com o aumento da frequência. Um estudo desse efeito sobre a EB foi realizado tomando por base uma abertura retangular de área 60 cm^2 , como mostrado na figura 13.

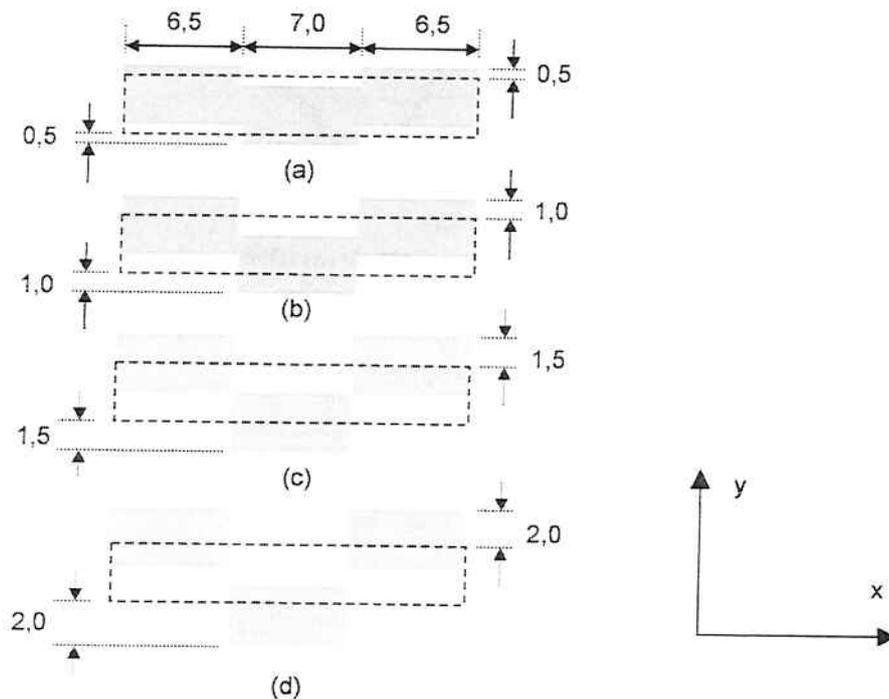


Figura 13 - Modificações introduzidas na abertura retangular (linha tracejada). Medidas em cm.

A abertura retangular original, ilustrada como referência com linha tracejada, é dividida em três regiões (áreas sombreadas), ao longo da direção x. As duas regiões

laterais são deslocadas no sentido $+y$, em passos de (a) 0,5 cm, (b) 1,0 cm (c) 1,5 cm (d) 2,0 cm. A região central é simultaneamente deslocada com os mesmos passos no sentido $-y$. A área total resultante é mantida constante (60 cm^2) nos quatro esquemas propostos. Aplicando-se a mesma forma de excitação das simulações anteriores, a efetividade total e seletiva podem ser obtidas (fig. 14 e 15).

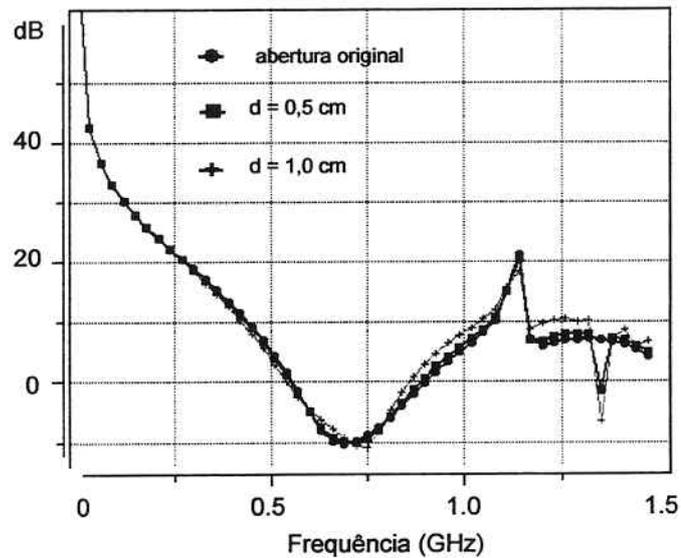


Figura 14 - EB total para aberturas, centro da cavidade. $d=0,5 \text{ cm}$ e $d=1,0 \text{ cm}$.

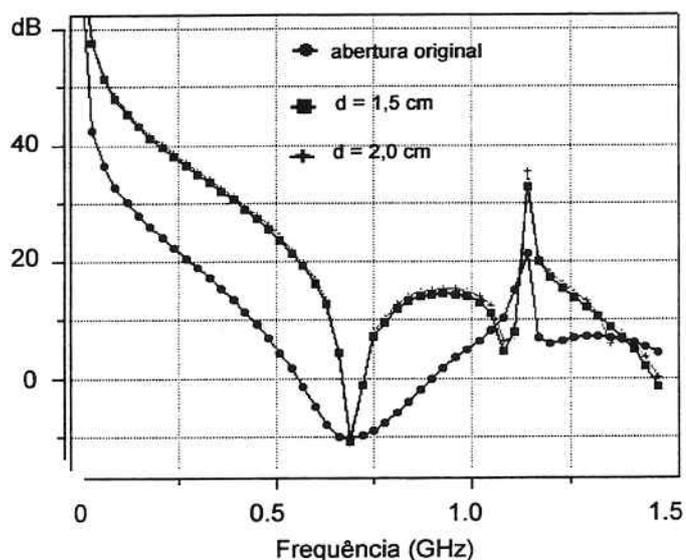


Figura 15 - EB total para aberturas, centro da cavidade. $d=1,5 \text{ cm}$ e $d=2,0 \text{ cm}$.

Para as aberturas com deslocamentos $d=0,5$ cm e $d=1,0$ cm, os valores de EB são praticamente idênticos aos apresentados pela abertura retangular original, para frequências até o modo fundamental da cavidade. A partir daí tornam-se ligeiramente superiores e em $1,35$ GHz EB decresce de 7 dB a 15 dB, devido à energia associada à componente E_z . Nas aberturas em que os deslocamentos aplicados foram de $d=1,5$ cm e $d=2,0$ cm, obtém-se, de fato, um conjunto de três aberturas, em que o parâmetro EB difere significativamente do apresentado pela abertura retangular original. O desempenho da blindagem pode ser observado através dos gráficos das respectivas efetividades seletivas, como pode ser verificado para EB_z num ponto central da caixa metálica, na figura 16.

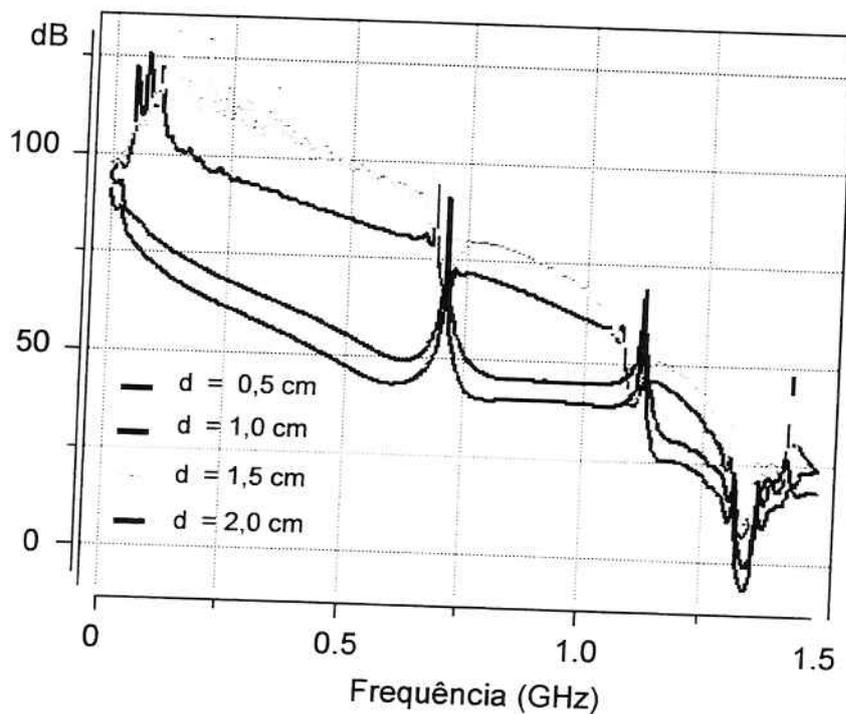


Figura 16 - Modificação na forma abertura: EB_{sz} .

A contribuição de E_x , no cômputo de EB total permanece não significativa, podendo ser desprezada na faixa do espectro analisada. A componente E_z apresenta valores

significativos a partir de 1,25 GHz, sendo a maior responsável na determinação de EB em 1,35 GHz.

4 CONCLUSÃO

O procedimento computacional desenvolvido com base no método TLM mostrou-se adequado ao estudo do desempenho de blindagens condutoras com a presença de aberturas e fendas, constituindo-se numa eficiente alternativa na aplicação dos métodos numéricos ao Eletromagnetismo.

As ferramentas de visualização utilizadas facilitaram a compreensão do fenômeno físico envolvido no processo de acoplamento do campo nas aberturas, permitindo de forma eficiente a análise do estabelecimento de modos ressonantes e a observação da interferência das aberturas e fendas na distribuição do campo na cavidade.

Para uma mesma abertura, o pior desempenho de EB foi verificado quando a maior dimensão da abertura se encontrava transversal à orientação do campo elétrico da onda incidente. Nessa situação o campo elétrico é tangente ao longo da menor dimensão da abertura, anulando-se somente nesses pontos e essa condição de contorno impõe o comportamento observado.

Modificações na forma da abertura por seu fracionamento, visando aumentar a efetividade da blindagem, afetam os modos relacionados à abertura nas faixas mais altas do espectro, perturbando a distribuição do campo nessas frequências.

A influência da abertura sobre a distribuição do campo no interior da cavidade pode ser comprovada através da visualização dos modos da cavidade e daqueles resultantes da interação cavidade-abertura, provocando deslocamentos espaciais e espectrais dos máximos e das frequências

associadas, além de contribuir para uma forte redução de EB nas suas vizinhanças.

A investigação seletiva de EB, através do estudo da influência de cada componente do campo, revelou que a componente longitudinal do campo elétrico tem um papel secundário na caracterização da efetividade, devendo ser considerada apenas para as frequências elevadas em relação à do modo fundamental da cavidade. Através da visualização espacial de EB, os pontos de maior degradação da efetividade no interior das blindagens foram facilmente identificados.

No estudo da efetividade de uma blindagem foram investigados, também, os seguintes fatores:

- ✓ polarização do campo incidente;
- ✓ disposição das aberturas na blindagem;
- ✓ espessura da parede metálica que contém a abertura;
- ✓ preenchimento da abertura com dielétrico;
- ✓ forma de excitação.

A análise realizada permite uma melhor compreensão do mecanismo de excitação das cavidades e dá condições de se minimizar interferências em determinadas frequências através da disposição das aberturas ao longo da blindagem. Se aberturas ou fendas são necessárias para prover ventilação de equipamentos e uma área mínima é necessária para a passagem do fluxo de ar, é possível utilizar um certo número de pequenas aberturas como alternativa a uma grande abertura de área equivalente.

Pela utilização do procedimento de visualização a detecção precisa de pontos de máximo do campo permite o desenvolvimento de estudos para o posicionamento de materiais com perdas, com a finalidade de minimizar efeitos

de interferência por absorção ou por alteração de configuração de campos.

A observância das normas de compatibilidade eletromagnética cada vez mais rígidas torna obrigatória a inclusão de testes de certificação, aumentando o custo final de um determinado produto. A detecção de problemas de emissão ou susceptibilidade em fases iniciais de um projeto pode antecipar ações corretivas, reduzindo custos. Neste contexto, o procedimento computacional desenvolvido, associado à sua eficiente ferramenta de visualização, pode contribuir para o estudo de blindagens, atuando não somente na detecção precoce de problemas mas, também, no fornecimento de subsídios para os projetistas na execução de modificações no projeto.

REFERENCIAS

1. JOHNS, P.B., "A symmetrical condensed for TLM method", **IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques**, v.MTT-35, p.370-377, 1987.
2. PAVÃO A.C.; MATHIAS, M.A.; TREVISAN M.P., "VTKAD - Aplicativo Desenvolvido em Tcl/Tk e Visualization Toolkit para Entrada e Visualização de Geometria em Simulações Numéricas," **VII Congresso Brasileiro de Eletromagnetismo - CBMAG**, 2002.
3. THOMAS, D. D.P.; DENTON, A.C.; KONEFAL, T.; BENSON, T.M.; CHRISTOPOULOS, C., DAWSON, J.F.; MARVIN, A.C.; PORTER, S.J.; SEWELL, P., "Model of the Electromagnetic Fields Inside a Cuboidal Enclosure Populated with Conducting Planes or Printed Circuit Boards", **IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility**, v.43, p.161-169, 2001.

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PTC/9901 – Avaliação de Ergoespirômetros Segundo a Norma NBR IEC 601-1- MARIA RUTH C. R. LEITE, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE B. MORAES
- BT/PTC/9902 – Sistemas de Criptofonia de Voz com Mapas Caóticos e Redes Neurais Artificiais – MIGUEL ANTONIO FERNANDES SOLER, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/9903 – Regulação Sincronizada de Distúrbios Senodais – VAIDYA INÉS CARRILLO SEGURA, PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA
- BT/PTC/9904 – Desenvolvimento e Implementação de Algoritmo Computacional para Garantir um Determinado Nível de Letalidade Acumulada para Microorganismos Presentes em Alimentos Industrializados – RUBENS GEDRAITE, CLÁUDIO GARCIA
- BT/PTC/9905 – Modelo Operacional de Gestão de Qualidade em Laboratórios de Ensaio e Calibração de Equipamentos Eletromédicos – MANUEL ANTONIO TAPIA LÓPEZ, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PTC/9906 – Extração de Componentes Principais de Sinais Cerebrais Usando Karhunen – Loève Neural Network – EDUARDO AKIRA KINTO, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PTC/9907 – Observador Pseudo-Derivativo de Kalman Numa Coluna de Destilação Binária – JOSÉ HERNANDEZ LÓPEZ, JOSÉ JAIME DA CRUZ, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/9908 – Reconhecimento Automático do Locutor com Coeficientes Mel-Cepstrais e Redes Neurais Artificiais – ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PTC/9909 – Análise de Estabilidade e Síntese de Sistemas Híbridos – DIEGO COLÓN, FELIPE MIGUEL PAIT
- BT/PTC/0001 – Alguns Aspectos de Visão Multiescalas e Multiresolução – JOÃO E. KOGLER JR., MARCIO RILLO
- BT/PTC/0002 – Placa de Sinalização E1: Sinalização de Linha R2 Digital Sinalização entre Registradores MFC- PHILLIP MARK SEYMOUR BURT, FERNANDA CARDOSO DA SILVA
- BT/PTC/0003 – Estudo da Técnica de Comunicação FO-CDMA em Redes de Fibra Óptica de Alta Velocidade – TULIPA PERSO, JOSÉ ROBERTO DE A. AMAZONAS
- BT/PTC/0004 – Avaliação de Modelos Matemáticos para Motoneurônios – DANIEL GUSTAVO GOROSO, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PTC/0005 – Extração e Avaliação de Atributos do Eletrocardiograma para Classificação de Batimentos Cardíacos – ELDER VIEIRA COSTA, JOSÉ CARLOS T. DE BARROS MORAES
- BT/PTC/0006 – Uma Técnica de Imposição de Zeros para Auxílio em Projeto de Sistemas de Controle – PAULO SÉRGIO PIERRI, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PTC/0007 – A Connected Multireticulated Diagram Viewer – PAULO EDUARDO PILON, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PTC/0008 – Some Geometric Properties of the Dynamic Extension Algorithm – PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA
- BT/PTC/0009 – Comparison of Alternatives for Capacity Increase in Multiple-Rate Dual-Class DS/CDMA Systems – CYRO SACARANO HESI, PAUL ETIENNE JESZENSKY
- BT/PTC/0010 – Reconhecimento Automático de Ações Faciais usando FACS e Redes Neurais Artificiais – ALEXANDRE TORNICE, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PTC/0011 – Estudo de Caso: Tornando um Projeto Testável Utilizando Ferramentas Synopsys – REINALDO SILVEIRA, JOSÉ ROBERTO A. AMAZONAS
- BT/PTC/0012 – Modelos Probabilísticos para Rastreamento em Carteiras de Investimento – HUGO G. V. DE ASSUNÇÃO, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PTC/0013 – Influência de um Controle Imperfeito de Potência e Monitoramento da Atividade Vocal na Capacidade de Sistemas DS/CDMA – MÁRCIO WAGNER DUARTE ROLIM, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PTC/0014 – Canceladores de Interferência Sucessivo e Paralelo para DS/CDMA – TAUFIK ABRÃO, PAUL JEAN E. JESZENSKY
- BT/PTC/0015 – Transmissão de Serviços de Multimídia num Sistema Móvel Celular CDMA de Banda Larga – EDUARDO MEIRELLES MASSAUD, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PTC/0016 – Disseminação do HIV em uma População Homossexual Heterogênea – MARCOS CASADO CASTÑO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0017 – Implementação e Avaliação em Laboratório de um Monitor Cardíaco Portátil para Três Derivações – RAISA FERNÁNDEZ NUNEZ, JOSE CARLOS TEIXEIRA DE BAROS MORAES
- BT/PTC/0018 – Projeto de Filtros Recursivos de N-ésima Banda – IRINEU ANTUNES JÚNIOR, MAX GERKEN
- BT/PTC/0019 – Relative Flatness and Flatness of Implicit Systems – PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA, CARLOS CORRÉA FILHO
- BT/PTC/0020 – Estimativa de Fluxo Sangüíneo nas Artérias Coronárias Usando Imagens de Cineangiocardiorrafia – ANA CRISTINA DOS SANTOS, SÉRGIO SHIGUEMI FURUIE
- BT/PTC/0021 – Modelos Populacionais para AIDS e Análise do Equilíbrio sem Epidemia – ELIZABETH FERREIRA SANTOS, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA

- BT/PTC/0101 – Model-Based Soft-Sensor Design for On-Line Estimation of the Biological Activity in Activated Sludge Wastewater Treatment Plants – OSCAR A. Z. SOTOMAYOR, SONG WON PARK, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0102 – Reconhecimento Automático do Locutor Utilizando a Rede Neural Artificial *Field Distributed Memory* – FDM – MARCELO BLANCO, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PTC/0103 – Algoritmos de Filtragem e Previsão em Modelos de Volatilidade – FERNANDO LOVISOTTO, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PTC/0104 – Método de Diferenças Temporais Aplicado às Equações de Riccati Acopladas entre Si – OSWALDO L. V. COSTA, JULIO C. C. AYA
- BT/PTC/0105 – Método de Diferenças Finitas e de Monte Carlo em Derivativos – ANDRÉ CURY MAIALI, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0106 – Resolução de um Problema Inverso de Eletromagnetismo por Meio de Redes Neurais Artificiais – ARNALDO MEGRICH, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI
- BT/PTC/0107 – Projeto de Controlador de Temperatura para Perfusão Peritoneal com Hipertermia e Quimioterapia – GIANCARLO ANTONIO BERZACOLA, FUAD KASSAB JÚNIOR
- BT/PTC/0108 – O Papel de Diferentes Grupos Populacionais na Transmissão Sexual do HIV – ELIZABETH FERREIRA SANTOS, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0109 – Terapias Ótimas Anti-HIV para a Redução da Transmissão Vertical – RENATO BEVILACQUA, LUIZ HENRIQUE ALVES MONTEIRO
- BT/PTC/0110 – Brain Signal Analysis Using Non-Linear ARIMA Models – ERNANE J. X. COSTA, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0111 – Cancelamento de Eco Acústico Estéreo: Análise de Algoritmos Adaptativos e um novo Método de Redução do Desalinhamento – ROBERTO ROSCHEL BELLI, PHILLIP MARK SEYMOUR BURT
- BT/PTC/0112 – Natural Gas Flow Computer With Open Architecture Using Intelligent Instrumentation And Field Bus – OSMEL REYES VAILLANT, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0113 – Aplicação de Métodos de Inteligência Artificial em Inteligência de Negócios – ROGÉRIO GARCIA DUTRA, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0114 – Detectores Multiusuário para DS/CDMA – Canceladores de Interferência – TAUFIK ABRÃO, PAUL JEAN E. JESZENSKY
- BT/PTC/0115 – Reconhecimento Automático do Locutor Usando Pré-Processamento em Sons Nasalizados com Diversos Classificadores Neurais – ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0116 – Aplicando a Técnica de Times Assíncronos na Otimização de Problemas de Empacotamento Unidimensional – REINALDO DE BERNARDI, TSEN CHUNG KANG
- BT/PTC/0117 – A Simplified Implementation of the Theory of Emotions for Emotrots – RODRIGO DE TOLEDO CAROPRESO, RODRIGO DIAS MORGADO, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0118 – Modelos Dinâmicos Aplicados à Propagação de Vírus em Redes de Computadores – BETYNA FERNÁNDEZ NAVARRO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0119 – Técnicas para Melhorar o Desempenho do Método dos Análogos Modificado em Predição de Séries Temporais Caóticas – LUIZ MONZÓN BENITEZ, ADEMAR FERREIRA
- BT/PTC/0120 – Um Modelo Microscópico para a Simulação de uma Intersecção Semaforizada – EDUARDO ULI NELLAR, ADEMAR FERREIRA
- BT/PTC/0121 – Subspace Identification Methods Applied to Activated Sludge Processes: A Performance Comparison Study – OSCAR A. Z. SOTOMAYOR, SONG WON PARK, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0122 – Controle Avançado de Temperatura para Perfusão Peritoneal com Hipertermia e Quimioterapia - ARNALDO LAGANARO JÚNIOR, FUAD KASSAB JÚNIOR
- BT/PTC/0123 – Análise de Sinais Biológicos Utilizando *Wavelets* – FRANCO BELTRAME RUNZA, FUAD KASSAB JÚNIOR
- BT/PTC/0123 – Certificação de Estimuladores Neuromusculares no Sistema Brasileiro de Certificação de Equipamentos Médicos – EDUARDO RODRIGUES MANDL, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS
- BT/PTC/0201 – Aplicação de Transformadas Tempo – Frequência e de Redes Neurais Artificiais no Processamento Digital de Sinais Cerebrais – MARCOS TEIXEIRA DE FREITAS FILHO, EUVALDO FERREIRA CABRAL JR.
- BT/PTC/0202 – Aspectos de Identificação para Controle de Sistemas NARX usando Redes Neurais RBF – RITA DE CÁSSIA PAVANI LAMAS, ADEMAR FERREIRA
- BT/PTC/0203 – A Equação de Riccati Estacionária na Estimação Linear em Sistemas Lineares Discretos no Tempo com Saltos Markovianos – SUSSET GUERRA JIMENEZ, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0204 – Comparação entre Algoritmos de Identificação Não-Assistida de Canais de Comunicação Baseados em Estatísticas de Segunda Ordem – CLÁUDIO JOSÉ BORDIN JÚNIOR, LUIZ ANTONIO BACCALA
- BT/PTC/0205 – Desenvolvimento de um Simulador de uma Sub-Rede da Medula Espinhal – ROGÉRIO RODRIGUES LIMA CISI, ANDRÉ FABIO KOHN
- BT/PTC/0206 – Novos Modelos de Motoneurônios de Vertebrados – MARCOS FRAGA VIEIRA, ANDRÉ FABIO KOHN

- BT/PTC/0207 – Modelagem Auto-Regressiva e Memórias Associativas na Classificação de Sinais Eletromiográficos de Agulhas – IARA KAZUYO IKE, CINTHIA ITIKI
- BT/PTC/0208 – Análise da Classificação e da Síntese de Expressões Faciais com Redes Neurais Artificiais – OLIMPO MURILO CAPELI, EUVALDO FERREIRA CABRAL JUNIOR
- BT/PTC/0209 – Guiagem Automática de um Veículo Autônomo Baseada em Sistema de Visão – NICOLÁS CÉSAR LAVINIA, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PTC/0210 – Some Geometric Properties of Differential-Algebraic Equations – PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA, CARLOS JUTTI WATANABE
- BT/PTC/0211 – Modelos de Média-Variância de Período Simples e Multi-Períodos na Análise de Carteiras de Investimento – MARGARETH AP. DE SOUZA BUENO, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0212 – Avaliação da Utilização de Centrais Públicas de Informações de Crédito num Modelo de Previsão para Risco de Crédito – GUILHERME GONZALEZ C. PARENTE, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0213 – Propagação de Erros de Frequência em Redes Mestre Escravo em Estrela Dupla – SANTOS ANDRÉS CASTILHO VARGAS, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0214 – Avaliação Prática de um Algoritmo de Alta Resolução na Determinação de Frequências de Ressonância em Estruturas de Grande Porte – LUIZ ANTONIO BARBOSA COELHO, LUIZ ANTONIO BACCALÁ
- BT/PTC/0301 – Finite Horizon Quadratic Optimal Control Problem of Markovian Jump Linear Systems With Partial Information – ESTEBAN FERNANDEZ TUESTA, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0302 – A Framework for Admission Control Based on Aggregate Traffic Measurements and Network Characterization – ALEXANDRE BARBOSA DE LIMA, JOSE ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PTC/0303 – Identificação Nebulosa da Concentração de Oxigênio Dissolvido do Tanque de Aeração de uma Estação de Tratamento de Esgotos por Lodos Ativados – ALEXANDRE MAGNO PARENTE DA ROCHA, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0304 – Cálculo de Balanço de Potência em Sistemas DWDM com Spans Variáveis e Amplificadores com Curva de Ganho não Plana – WALMARA DE PAULA HERMAN, JOSÉ ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PTC/0305 – Robust Model Tracking and 2-D Control Design – FABRIZIO LEONARDI, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PTC/0306 – Classificação de Ações do Mercado Financeiro Utilizando Técnicas Fuzzy –RENATO APARECIDO AGUIAR, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PTC/0307 – Esquemas de Multitaxa para Sistemas CDMA de Banda Larga – ANDRÉ FAGUNDES DA ROCHA, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PTC/0308 – A Time-Invariant Flat System Always Admits a Time-Invariant Flat Output – PAULO SERGIO PEREIRA DA SILVA, PIERRE ROUCHON
- BT/PTC/0309 – Otimização Robusta de Carteiras Utilizando Desigualdades Matriciais Lineares – RODRIGO BARROS NABHOLZ, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0310 – Desenvolvimento de um Controlador Automático para Sistemas de Guiagem de Tiras de Aço em Linhas de Processos Siderúrgicos – AMAURI DIAS DE CARVALHO, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PTC/0311 – Sincronismo em Redes Mestre-Escravo de Via Única: Estrela Simples, Cadeia Simples e Mista – CARLOS NEHEMY MARMO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PTC/0312 – Aprendizado por Reforço Aplicado a Sistemas Neuro-Difusos para o Controle de Sinais de Trânsito - LEONCIO ZÁRATE GAMARRA, ADEMAR FERREIRA
- BT/PTC/0313 – Métodos de Decomposição em Problemas de Estoque e Roteirização – PATRÍCIA PRADO BELFIORE, OSWALDO LUIZ DO VALLE COSTA
- BT/PTC/0314 – Reconhecimento do Sinal Mioelétrico Aplicado à Engenharia de Reabilitação – LEONARDO PINHEIRO DA SILVA, FUAD KASSAB JR.
- BT/PTC/0401 – Comparação Entre Receptores Espaço-Temporais Semicegos de Formatação de Feixe e Diversidade para SistemaS W-CDMA – IVAN ROBERTO SANTANA CASELLA, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PTC/0402 – Mapas Acoplado e Aplicações: Processamento de Imagens, Auto-Organização e Processamento Simbólico – ROGÉRIO DE OLIVEIRA, LUIZ HENRIQUE ALVES MONTEIRO
- BT/PTC/0403 – Modelagem de FCC Usando Métodos de Identificação por Predição de Erro e por Sub-Espaços – SANTOS DEMETRIO MIRANDA BORJAS, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0404 – Implementação em Hardware / Firmware de um Sensor Virtual Utilizando Algoritmos de Identificação Fuzzy – CASSIO DE CARVALHO BERNI, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0405 – Técnicas de Seleção de Variáveis de Entrada para Identificação da Concentração de Amônia de uma Planta de Tratamento de Efluentes Utilizando Modelos NARX Polinomiais – ROSIMEIRE APARECIDA JERÔNIMO, CLAUDIO GARCIA
- BT/PTC/0406 – Cálculo da Faixa de Captura de um PLL de Ordem $n + 1$ Combinando a Teoria dos Sistemas Dinâmicos com o Método do Lugar das Raízes – ANTONIO CARLOS ROSSO JÚNIOR, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA

BT/PTC/0407 – Propostas para Comunicação por Espalhamento Espectral com Caos – ANSELMO RODRIGUES, JOSÉ
ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA

