

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia Eletrônica

ISSN 1413-2206

BT/PEE/9923

**Dimensionamento de Unidades
Remotas de Sistemas VSAT**

Claudio Trápaga F. do Nascimento Filho
Fatima Salete Correra

São Paulo – 1999

O presente trabalho é um resumo da dissertação de mestrado apresentada por Claudio Trápaga Fagundes do Nascimento Filho sob orientação da Profa. Dra. Fatima Salete Correra: "Estudo e Dimensionamento de Sistemas VSAT", defendida em 07/06/99, na Escola Politécnica.

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

Nascimento Filho, Claudio Trápaga Fagundes do
Dimensionamento de unidades remotas de sistemas VSAT / C.T.F.
do Nascimento Filho, F.S. Correra. -- São Paulo : EPUSP, 1999.
p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Eletrônica, BT/PEE/9923)

1. Comunicações via satélite 2. Microondas 3. VSAT I. Correra, Fátima Salete II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Eletrônica III. Título IV. Série

ISSN 1413-2206

CDD 621.3825
621.3813
621.3825

Dimensionamento de Unidades Remotas de Sistemas VSAT

Claudio Trápaga Fagundes do Nascimento Filho* e Fatima Salete Correra**

*RELTEC do Brasil; **Laboratório de Microeletrônica da EPUSP

Resumo: Este artigo apresenta considerações gerais sobre sistemas de comunicação via satélite tipo VSAT e propõe uma metodologia de dimensionamento das Unidades Remotas que constituem as estações terrenas nessas redes. A metodologia proposta é aplicada ao dimensionamento de Unidades Remotas VSAT localizadas nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, operando na banda Ku em redes ponto-a-ponto e ponto-multiponto, empregando o satélite NAHUEL 1.

1. Introdução

Sistemas VSAT [1] são redes de comunicações via satélite utilizados para estabelecer conexões confiáveis em localidades onde a infra-estrutura convencional da operadora de telecomunicações não é adequada. A sigla VSAT deriva da denominação em inglês "Very Small Aperture Terminal", utilizada para definir os terminais remotos empregados nas estações terrestres nesse tipo de sistema.

Os Sistemas VSAT estão em fase de expansão, sendo vistos atualmente como uma plataforma de comunicação flexível, a qual permite que localidades remotas se comuniquem com uma unidade central, além de permitir a interconexão das redes locais de distribuição. A utilização de Sistemas VSAT é um método eficiente e de razoável custo-efetivo para distribuição de dados, vídeo, áudio, voz e fax através de múltiplas localidades, mantendo o mesmo nível de desempenho em todas as localidades atendidas [2].

Muitas organizações usam atualmente Sistemas VSAT por disponibilizarem uma diversidade de serviços e facilidades econômicas para todos os tipos de usuários, oferecendo uma solução de rede privada para grandes consumidores, uma solução quase-privada de sub-rede para usuários de médio porte e uma rede compartilhada para os pequenos usuários [1, 3]. Em muitos casos existe uma combinação destes três

modelos. Os Sistemas VSATs são utilizados para solucionar uma variedade de problemas encontrados na indústria e nos negócios em geral, tais como: varejo, bancários, computação, construção, agricultura, governo, manufatura/fabricação, medicina, transportes e comunicações.

A evolução dos Sistemas VSAT deve-se a uma integração bem sucedida de um certo número de avanços tecnológicos em diversas áreas, tais como: transmissão de pacotes e comutação, protocolos de acesso eficientes, microprocessadores poderosos, implementação e padronização de protocolos, miniaturização de antenas, tecnologia de espalhamento espectral, desenvolvimento de *modems* com corretores de erro (FEC - “Forward Error Correction”) e o desenvolvimento de satélites com alta potência. Dessa forma foi possível a redução do custo das Unidades Remotas VSAT, o que tornou os sistemas economicamente viável.

Neste artigo é proposta uma metodologia de dimensionamento de Unidades Remotas VSAT, que permite analisar e a dependência entre os parâmetros da mesma e especificar a antena, a figura de ruído do receptor e a potência do transmissor de forma a atender aos requisitos de desempenho do sistema e de minimização de custos.

2. Conceitos Gerais de VSAT

As Redes ou Sistemas VSAT podem ser classificadas em três categorias [1]:

- redes ponto-multiponto ou “broadcast”, utilizadas para transmitir informação a um conjunto de Unidades Remotas, como no caso de distribuição de sinais de TV via satélite.
- redes ponto-a-ponto, que se caracterizam por permitir a comunicação entre duas Unidades Remotas, sem a utilização de uma estação “hub” de grande porte.
- redes interativas de dois caminhos ou “mesh”, que utilizam topologia estrela, que oferece uma grande variedade de serviços.

A figura 1 apresenta as redes VSAT ponto-multiponto e ponto-a-ponto e a figura 2 mostra uma rede VSAT em configuração interativa de dois caminhos.

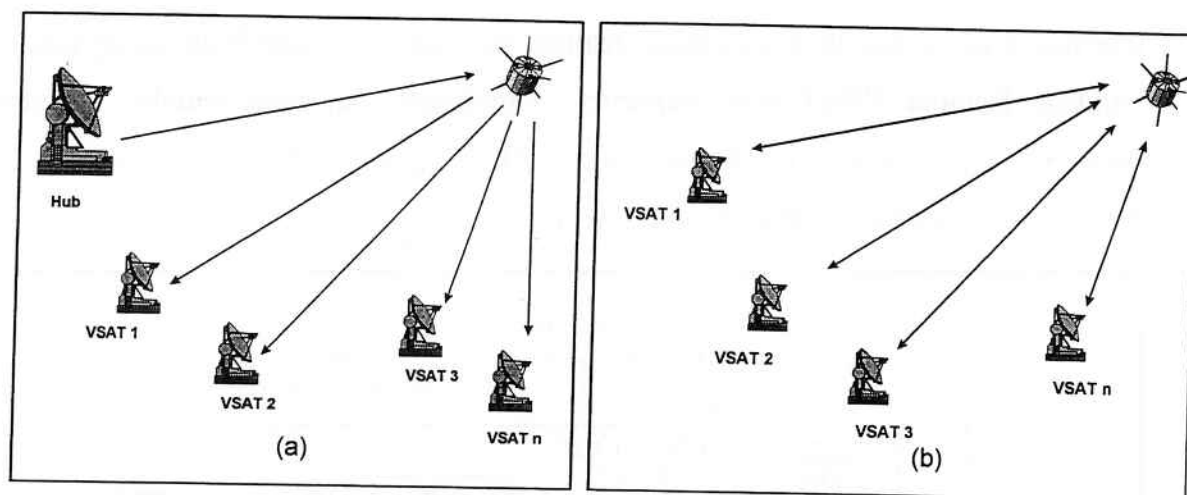


Figura 1. Redes VSAT (a) ponto-multiponto; (b) ponto-aponto.

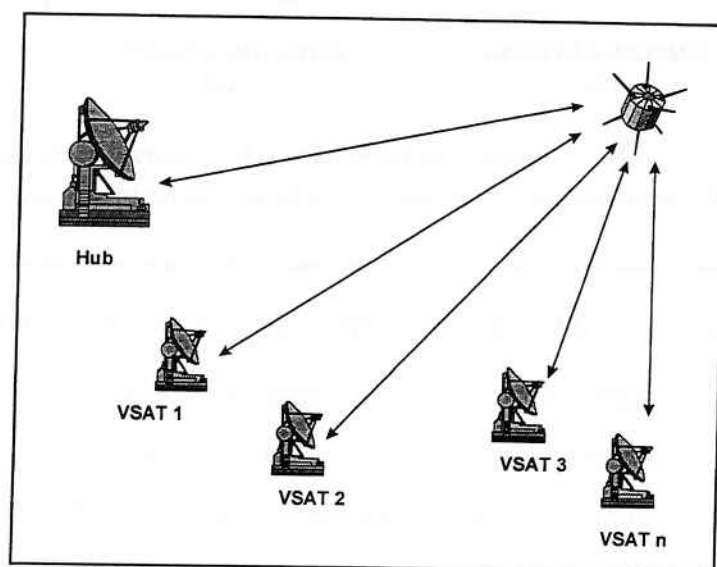


Figura 2. Sistema VSAT em configuração rede interativa de duas direções.

O segmento terrestre das redes VSAT é composto pelos seguintes sub-sistemas:

- unidade remota VSAT (VSAT 1, VSAT 2,VSAT n)
- unidade central “hub”
- unidade de gerenciamento da rede ou sistema

As Unidades Remotas VSAT podem ser definidas como estações terrestres inteligentes e de fácil instalação, que na maioria dos sistemas operam em conjunto com uma estação terrestre de grande porte denominada “hub” que realiza o gerenciamento da rede ou sistema. A Unidade Remota VSAT é responsável pela

interface entre o satélite e a estação terminal do usuário. Dependendo da aplicação a Unidade Remota VSAT pode suportar comunicação em dois sentidos, provendo serviços integrados de telecomunicações [1,3]. A figura 3 apresenta o diagrama em blocos típico de uma unidade remota VSAT.

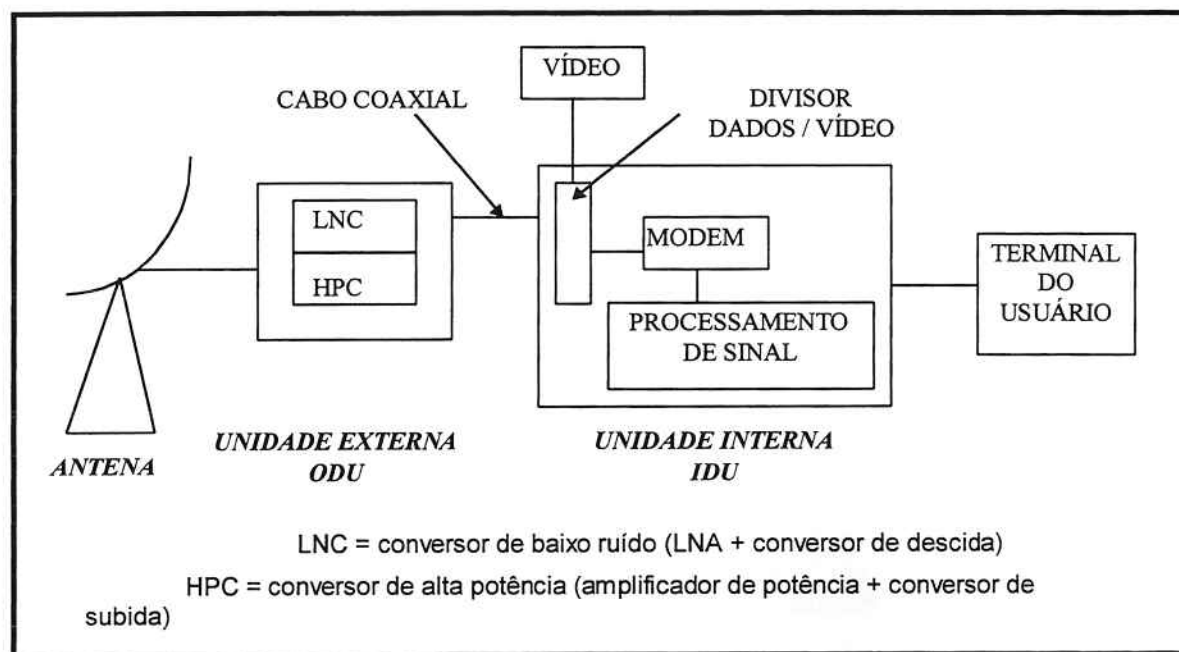


Figura 3. Diagrama em blocos típico de uma unidade remota VSAT.

A unidade remota VSAT é composta basicamente por uma antena, uma unidade externa (ODU - “outdoor unit”) e uma unidade interna (IDU - “indoor unit”). A conexão entre a unidade externa e a unidade interna é feita através de um cabo coaxial.

A antena utilizada na unidade remota VSAT é do tipo parabólica, possuindo um diâmetro típico que varia entre 1,2 m a 1,8 m. Entretanto, em regiões onde há problemas de atenuação de sinal devido ao grande volume de chuva costuma-se utilizar antenas com diâmetro de 2,4 m ou maior. De um modo geral o tamanho da antena é definido em função da localização, condições climáticas e características do sinal a ser transmitido.

A unidade externa se constitui basicamente dos seguintes sub-sistemas: amplificador de potência - HPA, amplificador de baixo ruído - LNA e conversor de

subida/descida. Na figura 3 o HPA e o conversor estão integrados em único bloco denominado HPC.

A unidade interna é instalada em um local abrigado e próximo do equipamento terminal do usuário, sendo composta pelos seguintes sub-sistemas: modulador/demodulador, processamento de sinal de banda-básica, porta de vídeo.

3. Metodologia de dimensionamento de Unidades Remotas VSAT

O dimensionamento da Unidade Remota VSAT consiste na determinação do ganho e da eficiência da antena, da potência de saída do transmissor e da figura de ruído do receptor da estação terrestre. Esses parâmetros dependem das especificações do sistema VSAT que se deseja implantar e das características do satélite de comunicações utilizado. Existem vários conjuntos de parâmetros da Unidade Remota que são capazes de atender as especificações de um dado sistema, cabendo ao projetista analisar qual deles apresenta o menor custo, garantindo a viabilidade econômica da rede VSAT.

A metodologia proposta para o dimensionamento da Unidade Remota é apresentada no fluxograma mostrado na figura 4. O satélite escolhido para a realização das simulações foi o NAHUEL1 que disponibiliza serviço VSAT para o Brasil na banda Ku (11/14 GHz). Esse satélite é propriedade da empresa argentina NAHUELSAT, a qual fornece um “*software*” para dimensionamento de enlaces, que foi utilizado no procedimento proposto para o dimensionamento de Unidades Remotas. Nesse “*software*” todos os parâmetros do satélite já são considerados, sendo que os dados das Unidades Remotas devem ser inseridos pelo usuário. O “*software*” fornece a relação $C/N_{0\ total}$ (enlace de subida + enlace de descida) do sistema.

Os dados iniciais para o dimensionamento da Unidade Remota são a taxa de erro de bit (BER) requerida pelo sistema e as características do modem utilizado. Com esses parâmetros obtém-se a relação E_b/N_0 , sendo E_b a energia média do bit transmitido e N_0 a densidade de ruído na saída do sistema.

Conhecendo-se a relação E_b/N_0 calcula-se a relação portadora/ruído total do sistema $(C/N_0)_{total}$ que considera os enlaces de subida e de descida, utilizando-se a equação 1 [4].

$$(C/N_0)_{total} = [E_b/N_0] + 10 \cdot \log R_{bit} + MARGEM \quad (1)$$

onde,

R_{bit} taxa do sinal digital de informação [bit/s]

$MARGEM$ margem de segurança que considera variações dos componentes do modulador, adotando-se usualmente 1 dB

Em seguida calcula-se a banda mínima em frequência que é ocupada pelo número máximo de portadoras em função do corretor de erro, tipo de modulação, roll-off e a taxa R_{bit} , utilizando a expressão apresentada na equação 2 [5].

$$BW_{oc} = R_{bit} \cdot (1/FEC) \cdot (1/n) \cdot \text{roll-off} \quad (2)$$

onde,

FEC e roll-off características conhecidas do modulador utilizado na Unidade Remota

n representa o mapeamento das informações de bits para as $M=2^n$ fases possíveis do sinal modulado, por exemplo: sinal QPSK $\rightarrow$ $M=4$ fases possíveis, portanto, $M=4=2^n \Rightarrow n=2$

Por questão de segurança, aloca-se uma banda de frequência para o sistema, BW_{al} , ligeiramente maior que a banda calculada, de modo a suportar dispersões dos componentes dos sistemas e evitar interferências.

Com os valores da relação $(C/N_0)_{total}$ do sistema e da banda alocada BW_{al} é possível calcular através de equação 3 o parâmetro $(C/N_0)_{Total\ requerida}$, que é a relação portadora/ruído requerida pelo sistema na banda considerada.

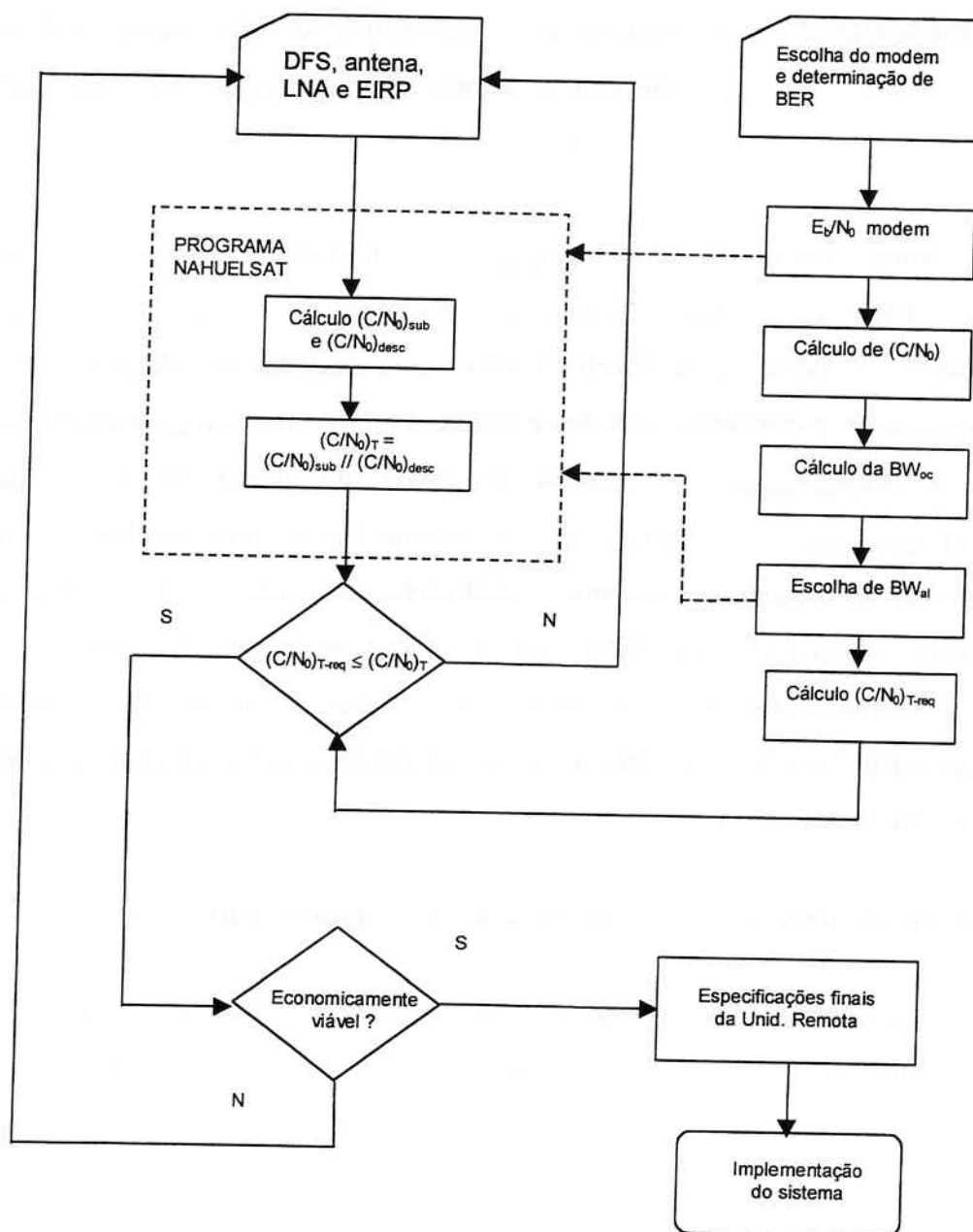


Figura 4. Fluxograma de Dimensionamento de Unidade Remota.

$$(C/N_0)_{\text{Total Requerida}} = (C/N_0)_{\text{Total}} + 10 \cdot \log(BW_{\text{sat}}/BW_{\text{al}}) + \text{MARGEM ENLACE} \quad (3)$$

onde,

BW_{sat} largura da banda ocupada do “transponder”

BW_{al} largura de banda alocada para todas as portadoras ($BW_{\text{al}} \geq BW_{\text{sat}}$)

MARGEM DO ENLACE margem de segurança que considera variações da antena e dos amplificadores de potência e de baixo ruído, adotando-se usualmente 1 dB

Após o cálculo de $(C/N_0)_{\text{Total Requerida}}$ são inseridos os dados iniciais da antena, LNA e EIRP da Unidade Remota no “software” de cálculo. Com o auxílio do “software” fornecido pela NAHUELSAT são calculadas as relações $(C/N_0)_{\text{subida}}$ e $(C/N_0)_{\text{descida}}$. A partir destas relações é obtido a relação $(C/N_0)_{\text{Total}}$ a qual é comparada com $(C/N_0)_{\text{Total Requerida}}$. O sistema é viável do ponto de vista técnico se $(C/N_0)_{\text{Total Requerida}} \leq (C/N_0)_{\text{Total}}$ se isto ocorrer faz-se uma análise de viabilidade econômica verificando-se os custos de realização do projeto, em função dos valores de ganho de antena e potência HPA. Caso a solução obtida não seja viável do ponto de vista econômico, isto resulta na variação dos parâmetros de entrada até de obter uma relação custo-benefício satisfatória. Se a viabilidade econômica ocorrer serão obtidas as especificações da Unidade Remota.

4. Dimensionamento de redes ponto-a-ponto e ponto-multiponto

O procedimento proposto no item anterior foi utilizado para se realizar o dimensionamento de Unidades Remotas VSAT operando com o satélite NAHUEL 1, localizadas nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Os parâmetros e as considerações empregados são apresentados a seguir:

- topologia da rede: ponto-a-ponto e ponto-multiponto.
- característica do modem da Unidade Remota : $FEC = \frac{1}{2}$, roll-off e E_b/N_0 conforme figura 5.

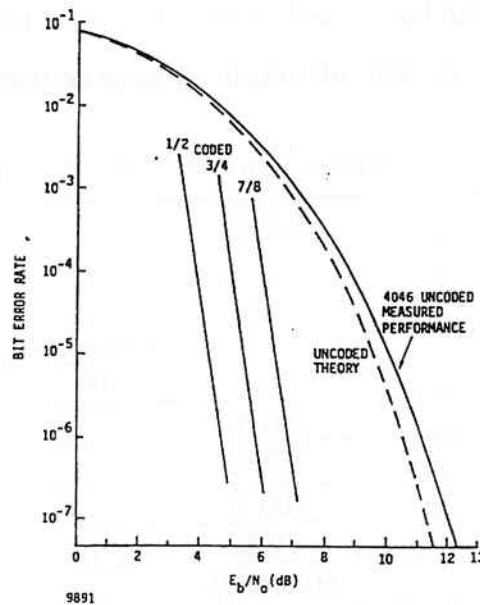


Figura 5. Curva E_b/N_0 em função de BER.

- satélite : NAHUEL
 1. canal 10 : frequências de operação : $f_s = 14,287$ GHz e $f_d = 11,987$ GHz
 2. largura de banda : 54 MHz
 3. atenuação no enlace: 207 dB
- sistema de comunicação: digital QPSK
- taxa de transmissão : $R = 64$ kbit/s
- taxa de erro de bit : $BER = 10^{-5}$
- disponibilidade do enlace : 99,9%

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados do dimensionamento de um sistema ponto-a-ponto, interligando duas Unidades Remotas VSAT, localizadas nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro.

Verifica-se através dos resultados apresentados na tabela 1 que as potências dos amplificadores de transmissão, HPAs, são relativamente baixas para este tipo de aplicação onde a relação C/N_0 Total requerida é muito alta. No mercado internacional é possível encontrar amplificadores com esse nível de potência de saída com tecnologia de estado sólido, a um custo economicamente viável. Utilizou-se antenas de alto

desempenho e LNA com baixo ruído com objetivo de diminuir as potências dos HPAs, que são os dispositivos de mais alto custo na parte de transmissão.

Parâmetro	Unidade Remota 1: SP	Unidade Remota 2: RJ
E_b/N_0	4.3 dB	4.3 dB
FEC	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Roll-off	0,5	0,5
Taxa bit	64 kbit/s	
BER	10^{-5}	
ϕ antena	3.6 m	3.6 m
η antena	67 %	67 %
T_{LNA}	100 K	100 K
T_{antena}	20 K	20 K
$EIRP_{sat}$	50.5 dBW	51 dBW
DFS_{sat}	-94 dBW/m ²	-93.5 dBW/m ²
$EIRP_{UR}$	73 dBW	73.3 dBW
HPA	120 W	128.5 W

Tabela 1. Resultados do dimensionamento do sistema ponto-a-ponto.

Na tabela 2 apresenta-se os resultados do dimensionamento de um sistema VSAT tipo ponto-multiponto, utilizando uma estação “hub” localizada na cidade São Paulo e duas Unidades Remotas no Rio de Janeiro. Nesse sistema utiliza-se transmissor de sinais para o satélite apenas na “hub”, sendo que as Unidades Remotas operam apenas como receptoras. O efeito da operação em “broadcast” também introduz algumas considerações no satélite NAHUEL1 para o dimensionamento correto das Unidades Remotas, pois a intermodulação em frequência torna-se mais crítica. Os resultados para as Unidades Remotas 1 e 2, bem como para a estação “Hub” são apresentados na tabela 2.

Verifica-se que com o uso de uma antena com diâmetro relativamente grande na “Hub” é possível utilizar um amplificador de transmissão com potência e custo relativamente baixos. As Unidades Remotas empregam antenas com diâmetros menores, o que reduz sensivelmente o custo do sistema, principalmente quando o número de Unidades Remotas é muito grande.

Parâmetro	Unidades Remotas: RJ	Estação "Hub" : SP
E_b/N_0	4.3 dB	4.3 dB
FEC	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
roll-off	0,5	0,5
Taxa bit	64 kbit/s	
BER	10^{-5}	
ϕ antena	2.4 m	7 m
η antena	63 %	63 %
T_{LNA}	100 K	-
T_{antena}	35 K	20 K
$EIRP_{sat}$	51 dBW	-
DFS_{sat}	-	-94 dBW/m ²
HPA	-	31,7 W

Tabela 2. Resultados do dimensionamento do sistema ponto-multiponto.

5. Conclusões

Concluindo, podemos dizer que foi proposta uma metodologia de dimensionamento de Unidades Remotas VSAT, a qual permite especificar a antena, o amplificador de baixo ruído e o amplificador de transmissão em função das especificações do sistema, uma vez que sejam conhecidas as características do satélite utilizado. A metodologia proposta foi aplicada ao dimensionamento de redes VSAT ponto-a-ponto e ponto-multiponto operando na banda Ku e utilizando o satélite NAHUEL 1, resultando em soluções de sistema economicamente viáveis.

Referências bibliográficas

- [1] RANA, A.H.; MCCOSKEY, J.; CHECK, H. VSAT technology, Trends and Applications. **Proceedings of the IEEE**, v.78, n.7, p.1087-1095, July 1990.
- [2] BUCHS, J.D. **Competitive Communications Networks Using VSATs**. Telecommunications, p. 37-42, December 1990.
- [3] CHAKRABORTY, D. VSAT Communications Networks-An Overview. **IEEE Communications Magazine**, v. 26, n.5, p. 10-23, May 1988.
- [4] Kamilo FEHER **Digital Communications - Satellite/Earth Station Engineering**. Prentice-Hall Inc., 1983.
- [5] DIOGO, O.A. e NASCIMENTO, J.R.C. **Comunicações Digitais via Satélite**. UNISAT – Eng. De Telecomunicações Ltda., 1992.

2

3

BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PEE/9301 - Oscilador a HEMT - 10 GHz - FÁTIMA S. CORRERA, EDMAR CAMARGO
- T/PEE/9302 - Representação Senoidal da Voz através dos Polos do Filtro Preditor - MARCELO B. JOAQUIM, NORMONDS ALENS
- BT/PEE/9303 - Blindagens por Grades Condutoras: Cálculo do Campo Próximo - LUIZ CEZAR TRINTINALIA, ANTONIO ROBERTO PANICALI
- BT/PEE/9304 - Sistema de Otimização e Controle de Produção em Minas de Pequeno e Médio Porte - TSEN CHUNG KANG, VITOR MARQUES PINTO LEITE
- BT/PEE/9401 - Determinação das Frases de Aplicação Forense para o projeto NESPER e Tese de Mestrado IME/94, com Base em Estudos Fonéticos - MARCONI DOS REIS BEZERRA, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9402 - Implementação e Teste de uma Rede Neural Artificial do Tipo KSON (Kohonen Self-Organizing Network) com Entradas Bidimensionais - MARCELO YASSUNORI MATUDA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9403 - Transformada de Walsh e Haar Aplicadas no Processamento de Voz - ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA, THIAGO ANTONIO GRANDI DE TOLOSA, EUVALDO F. CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9404 - Aplicação de Redes Neurais ao Problema de Reconhecimento de Padrões por um Sonar Ativo - ALEXANDRE RIBEIRO MORRONE, CRISTINA COELHO DE ABREU, EDUARDO KOITI KIUKAWA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9405 - Tudo que se Precisa Saber sobre a Prática da FFT - Transformada Rápida de Fourier (Inclui Software) - ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9406 - A Survey on Speech Enhancement Techniques of Interest to Speaker Recognition - CELSO S. KURASHIMA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9407 - Identificação de Pulsos Decádicos em Linhas Telefônicas - ANTONIO P. TIMOSZCZUK, MÁRCIO A. MATHIAS, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9408 - Implementação e Teste de Filtros do Tipo Adaptativo e @Notch^a para a Remoção de Interferência de 60 Hz em Sinais de Eletrocardiograma - FLÁVIO ANTÔNIO MENEGOLA, JOSÉ AUGUSTO DE MATTOS, JOSÉ GOMES G. FILHO, SIDNEY SILVA VIANA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9409 - Compressão de Sinais de Voz utilizando Transformadas de Karhunen-Loève, Fourier e Hadamard - IVAN LUIS VIEIRA, LUIZ FERNANDO STEIN WETZEL, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9410 - @Ray Tracing^a Paralelo - EDUARDO TOLEDO SANTOS, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9411 - Implementação de uma Ferramenta Posicionador para @Gate-Arrays^a Tipo Mar de Portas - JORGE W. PERLAZA PRADO, WILHELMUS A. M. VAN NOIJE
- BT/PEE/9412 - Tudo que se Precisa Saber Sobre a Teoria da FFT - Transformada Rápida de Fourier - FÁBIO LUÍS ROMÃO, REINALDO SILVEIRA, ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9413 - Análise do Ruído Sonoro em uma Sala de Aquisição de Amostras de Som com Microcomputador - FÁBIO LUÍS ROMÃO, REINALDO SILVEIRA, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9414 - Cor: Aspectos Relevantes para Visualização de Dados - SÍLVIA DELGADO OLABARRIAGA
- BT/PEE/9415 - Projeto de Filtros Digitais IIR com Fase Aproximadamente Linear Utilizando Redução de Ordem - IVAN F. J. RODRIGUES, MAX GERKEN
- BT/PEE/9416 - GERAFILTRO: Sistema para Projeto Automático de Filtros Digitais @IIR^a (da especificação em alto nível ao leiaute do @ASIC^a) - RICARDO PIRES, JOSÉ VIEIRA DO VALE NETO
- BT/PEE/9417 - Redes Neurais Artificiais Aplicadas à Identificação de Pulsos Decádicos em Linhas Telefônicas - ANTONIO P. TIMOSZCZUK, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9501 - Estudo Comparativo de Métodos de Cálculo da Frequência Fundamental - MARCOS COSTA HUNOLD, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9502 - Combinando Técnicas de Redes Neurais Artificiais e Informações de Excitação no Reconhecimento Automático do Locutor - ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9503 - Utilização de Redes Neurais Artificiais para Detecção e Identificação de Falhas em Circuitos - MÁRCIO YUKIO TERUYA, ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9504 - Uso de Redes Neurais Artificiais no Reconhecimento de Locutores no Domínio Temporal - BENEDITO JOSÉ BARRETO FONSECA JÚNIOR, EUVALDO CABRAL JÚNIOR
- BT/PEE/9505 - Projeto de Filtros Passivos e Ativos em Técnicas de Circuitos Integrados de Microondas - DAVID VIVEIROS JÚNIOR, DENISE CONSONNI
- BT/PEE/9506 - Uma Análise de Clustering para as Frases de Projeto NESPER - RONALDO OLIVEIRA MESSINA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9507 - Controle com Estrutura Variável e Modos Deslizantes - Um Estudo para Aplicação em Controle Carga-frequência da Geração - JOSE PAULO F. GARCIA, JOCELYN FREITAS BENNATON

- BT/PEE/9508 - Recuperação das Margens de Ganho e de Fase para Sistemas de Fase Não Mínima por Realimentação da Saida - MARCO H. TERRA, VITOR M. P. LEITE
- BT/PEE/9509 - Sistema de Inspeção Óptica de Dispositivos Bi-Dimensionais - CASIMIRO DE ALMEIDA BARRETO, PEDRO LUÍS PRÓSPERO SANCHEZ
- T/PEE/9510 - Sistema de Partículas Uma Poderosa Técnica de Animação em Computação Gráfica - RENATO CURTO RODRIGUES, JOÃO ANTÔNIO ZUFFO
- BT/PEE/9511 - Efeito de Ruídos em Sinais de Voz Visualizados em Trajetórias Neurais de Kohonen - CELSO S. KURASHIMA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9601 - "Um Reconhecedor de Sinais Sonoros Utilizando LVQ" - ALEXANDRE TORNICE, EUVALDO CABRAL JR.
- BT/PEE/9602 - "Coleção Artificial Neural Networks: Uma Visão Geral dos Sistemas Neurais Artificiais de Stephen Grossberg" - CHIU HSIUNG HUANG
- BT/PEE/9603 - "Reactively-Sputtered TiN Formation Using a RF Magnetron System"- SÉRGIO PAULO AMARAL OSÓRIO, LUIZ SÉRGIO ZASNICOFF
- BT/PEE/9604 - Aspectos em Tradução de Linguagens Naturais Através de Redes Neurais Artificiais - CARLOS EDUARDO DANTAS DE MENEZES, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9605 - Implementação de Blocos Passa-Tudo Utilizando Realimentação de Erro - SÉRGIO JOSÉ CARNEIRO LEÃO, MAX GERKEN
- BT/PEE/9606 - Coleção SANN group Redes Neurais Artificiais: A Rede Neural de Sakoe - ANDRÉ BORDIN MAGNI, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9607 - Coleção SANN group Redes Neurais Artificiais: A Rede Neural de Steinbuch - ROBERTO AMILTON BERNARDES SÓRIA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9608 - Desenvolvimento de uma Estrutura de Duplo Nível de Metal para a Confecção de Interconexões em Circuitos Integrados - JOSÉ AUGUSTO DE ALENCAR PEREIRA, LUIZ CARLOS MOLINA TORRES
- BT/PEE/9609 - Determinação de Parâmetros de Processo para Fotomáscara "Balzers" Utilizando Gerador de Padrões - JORGE SEKI, MEGUMI SAITO
- BT/PEE/9610 - Um Ambiente para Desenvolvimento de Sistemas Distribuídos - PEDRO F. ROSA, JOÃO A. ZUFFO
- BT/PEE/9611 - Interpretações Teóricas do Funcionamento Cerebelar: Uma Revisão - MARCUS FRAGA VIEIRA, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PEE/9612 - Marcapasso Cardíaco Temporário Microcontrolado de Demanda e Baixo Consumo - FLAVIO ANTONIO MENEGOLA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9613 - Um Sistema de Planejamento de Ação Baseado em Casos para uma Célula Flexível de Manufatura - RICARDO LUÍS DE FREITAS, MÁRCIO RILLO
- BT/PEE/9614 - Aplicações do Boundary-Scan para o Teste de Módulos Multichip - ROBERTO C. COSSI JR., JOSÉ ROBERTO DE A. AMAZONAS
- BT/PEE/9615 - A 2.488 Gb/s GaAs 1:4/1:16 Demultiplexer IC with Skip Circuit for Sonet STS-12/48 Systems - TAUFIK ABRÃO, FATIMA S. CORRERA
- BT/PEE/9616 - Uma Contribuição para a Construção de Algoritmos em Projetos de Redes - ALLAN DE SOUZA, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PEE/9617 - Análise Crítica dos Métodos de Medição do Intervalo QT do Eletrocardiograma - SÍDNEY DA SILVA VIANA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9618 - Deposição e Caracterização de Filmes de SiO₂ Crescidos pela Técnica de PECVD a Baixa Temperatura - MARCO ALAYO CHÁVEZ, INÉS PEREYRA
- BT/PEE/9619 - PARSTOOL: Uma Ferramenta de Auxílio à Simulação de Sistemas Paralelos - LI KUAN CHING, LIRIA MATSUMOTO SATO
- BT/PEE/9620 - Análise de um Método de Otimização por Malha no Treinamento de Robôs - OLÍMPIO MURILO CAPELI, JOSÉ CARLOS T. B. MORAES, SADA O ISOTANI
- BT/PEE/9701 - Identification of Unstable Mechanical Systems - ROBERTO MOURA SALES, ANSELMO BITTAR, MICHAEL PORSCH, LAÉRCIO LUCCHESI
- BT/PEE/9702 - Analysis of the Subthreshold Slope Transition Region in SOI nMOSFET - VICTOR SONNENBERG, JOÃO ANTONIO MARTINO
- BT/PEE/9703 - Introduction of the SOI MOSFET Dimensions in the High-Temperature Leakage Drain Current Model - MARCELO BELLODI, JOÃO ANTONIO MARTINO, DENIS FLANDRE
- BT/PEE/9704 - Controle de Largura de Banda Dinâmica para Transmissões Multicast para Redes de Alta Velocidade - SANG SOON LEE, SERGIO TAKEO KOFUJI
- BT/PEE/9705 - Uma Modificação Proposta para o Controle Preditivo Generalizado com Filtro de Kalman - JAIME QUINTERO R., OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9706 - Aplicações de Redes Neurais em Previsões Financeiras - OLÍMPIO MURILO CAPELI, EUVALDO F. CABRAL JR.

- BT/PEE/9707 - Sistema Microcontrolado, Multicanal e Portátil para Estimulação Neuromuscular Funcional - ROGÉRIO QUIARIM ZARZA, JOSÉ CARLOS TEIXEIRA DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9708 - Requisitos para o Mapeamento Tecnológico em Projetos de Microeletrônica - LUCIANO DE OLIVEIRA CORRÊA DE BRITO, JOSÉ ROBERTO DE ALMEIDA AMAZONAS
- BT/PEE/9709 - Sistemas PRMA com Dados Acoplados - JOSÉ AUGUSTO DE LIMA, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9710 - Algoritmos Genéticos (AG's) para a Otimização de Controladores Nebulosos - JULIO CESAR CEBALLOS AYA, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9711 - Um Estudo Sobre a Redução de Ruídos em Sinais Caóticos - ERNANE JOSÉ XAVIER COSTA, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9712 - Geradores não Lineares de Sequência para uso em Sistemas Spread Spectrum - ANGEL ANTONIO GONZALEZ MARTINEZ, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSZY
- BT/PEE/9713 - Modelamento Físico do Sistema Heteroestrutura - Metal - CECÍLIA WETTERLE RODRIGUES, MEGUMI SAITO
- BT/PEE/9714 - Tensões Induzidas em Linhas Aéreas por Descargas Atmosféricas Indiretas - Modelagem e Aplicação ao Cálculo de Interrupções - ALEXANDRE PIANTINI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEE/9715 - RECMAP - Uma Ferramenta para Otimização em Síntese de Alto Nível Baseada em Reconhecimento Funcional e Mapeamento de Componentes - ANDRÉ GERHARD, JOSÉ VIEIRA DO VALE NETO
- BT/PEE/9716 - Estudo da Sinterização de Contatos Al/Ti por Recozimento Térmico Rápido Visando a Aplicação em Circuitos Integrados - ANGELO EDUARDO BATTISTINI MARQUES, ROGÉRIO FURLAN
- BT/PEE/9717 - Mixed H2/H- Control of Discrete-Time Markovian Jump Linear Systems - OSWALDO L. V. COSTA, RICARDO P. MARQUES
- BT/PEE/9718 - Aluminium Etching with CCl4-N2 Plasmas - ANGELA MAKIE MAKAZAWA, PATRICK VERDONCK
- BT/PEE/9719 - O Uso de Resistes Amplificados Quimicamente e de Sililação em Litrografia por Feixe de Elétrons - ANTONIO C. SEABRA, PATRICK B. VERDONCK
- BT/PEE/9720 - Implementação de um Simulador de um Circuito Neuro-Medular que Atua no Controle da Força Motora - LUIZ JURANDIR SIMÕES DE ARAÚJO, ANDRÉ FÁBIO KOHN
- BT/PEE/9721 - Avaliação das Características Físico-Químicas e Elétricas de Filmes de SiO2 Depositados por PECVD a Partir da Reação entre O2 e TEOS - ALVARO ROMANELLI CARDOSO E CLAUS MARTIN HASENACK
- BT/PEE/9722 - Controle e Simulação Dinâmica de Colunas de Destilação: Aplicação Prática em uma Coluna com Refluxo por Gravidade
- BT/PEE/9723 - Circuitos de Portas Lógicas Primitivas Implementados a Partir de uma Classe de Lógicas Paraconsistentes Anotadas - JOÃO INÁCIO DA SILVA FILHO, JAIR MINORO ABE, PEDRO LUÍS PRÓSPERO SANCHEZ
- BT/PEE/9724 - Lattice Heating and Energy Balance Consideration on the I-V Characteristics of Submicrometer Thin-Film Fully Depleted SOI NMOS Devices - CLAUDIA BRUNETTI, NELSON L. A. BRAGA, LUIZ S. ZASNICOFF
- BT/PEE/9725 - Identificação de um Processo de Neutralização de pH via Redes Neurais - SILVIO FLABOREA, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9726 - Uma Estratégia de Migração de Sistemas de Telefonia Móvel com Tecnologia AMPS para a Tecnologia CDMA - RONALD LUÍS CLARKSON EISNER, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9727 - Controle de pH Usando Conceitos de Invariantes de Reações e Geometria Diferencial - OSCAR A. ZANABARIA S., CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9728 - Estudo da Influência dos Parâmetros de Recozimento Térmico Rápido na Morfologia dos Filmes de TiSi2 Formados e sua Correlação com a Tensão Mecânica - SILVANA GASPAROTTO DE SOUZA, ARMANDO ANTONIO MARIA LAGANÁ, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9729 - Analysis of Silicon Surface Microirregularities by LASER Light Scattering - JOSÉ CÂNDIDO DE SOUSA FILHO, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9730 - Wavelets in Music Analysis and Synthesis: Timbres Analysis and Perspectives - REGIS ROSSI ALVES FARIA, RUGGERO ANDREA RUSCHIONI, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9731 - Estudo de Efeitos Mútuos da Distribuição de Corrente em Condutores - AUGUSTO CARLOS PAVÃO, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI
- BT/PEE/9801 - Equivalência entre a Semântica da Lógica de Transações e a Semântica de sua Implementação Prolog - PAULO E. SANTOS, FLÁVIO S. C. DA SILVA
- BT/PEE/9802 - Nash Game in Mixed H2/Hoo Control Theory a Convex Optimization Approach- HELENICE OLIVEIRA FLORENTINO, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9803 - Text-Independent Speaker Recognition Using Vector Quantization and Gaussian Mixture Models - THOMAS E. FILGUEIRAS F., RONALDO O. MESSINA E EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9804 - Elementos Piezoresistivos para Sensores de Pressão com Tecnologia CMOS - LUIZ ANTONIO RASIA, E. C. RODRIGUEZ

- BT/PEE/9805 - Automação do Processo de Casamento de Impedância em Sistemas de Aquecimento por Microondas - J. C. DE SOUZA, J. T. SENISE, V. C. PARRO, F. M. PAIT
- BT/PEE/9806 - Considerações para o Projeto de Células de Memória SI com Transistores HEMT - JAIME H. LASSO, EDGAR CHARRY R.
- BT/PEE/9807 - Covariance Controller with Structure Constraint and Closed Loop H Bound - ANTÔNIO CARLOS DE LIMA, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9808 - Controle Unidimensional de Objetos: Uma Aplicação Prática em Fresadora Automática - MÁRCIO A. F. MURATORE, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9809 - Redes Neurais com Retardos Temporais Aplicadas ao Reconhecimento Automático do Locutor - ROGÉRIO CASAGRANDE, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9810 - Topological Computation and Voluntary Control - HENRIQUE SCHÜTZER DEL NERO, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA, ALFREDO PORTINARI MARANCA
- BT/PEE/9811 - Casamento de Impedância em Guia de Onda Retangular Utilizando como Variável Medida a Potência Refletida - J. C. DE SOUZA JR., J. T. SENISE
- BT/PEE/9812 - Applied Surface Science - RONALDO D. MANSANO, PATRICK VERDONCK, HOMERO S. MACIEL
- BT/PEE/9813 - Contribuição ao Estudo da Morfologia da Superfície e da Interface do Siliceto de Titânio Formado sobre Si (100) Empregando a Técnica de Microscopia de Força Atômica (AFM) - N. M. HASAN, A. A. M. LAGANÁ, S. G. SANTOS FILHO
- BT/PEE/9814 - Estudo Experimental da Tensão Mecânica em Filmes Finos de Cobre Obtidos por Evaporação ou Deposição Eletroquímica Espontânea - A. I. HASHIMOTO, S. G. FILHO
- BT/PEE/9815 - Controle Híbrido de Manipuladores Robóticos - WEBER ALLEGRINI, JOSÉ JAIME DA CRUZ
- BT/PEE/9816 - Entropia Informacional e Cronobiologia - ANA AMÉLIA BENEDITO SILVA, JOSÉ ROBERTO CASTILHO PIQUEIRA
- BT/PEE/9817 - Estabilidade de Lyapunov e Controle de Atitude - FERNANDO SOUSA, FREITAS JÚNIOR, PAULO SÉRGIO PEREIRA DA SILVA
- BT/PEE/9818 - Projeto de um Conversor de Frequências Resistivo em Tecnologia MMIC - CLÁUDIA C. A. APARÍCIO, DENISE CONSONNI
- BT/PEE/9819 - Estudo de Sensibilidade de um Sistema de Modulação Digital via Simulação - RONALDO DI MAURO, LUIZ ANTONIO BACCALÁ
- BT/PEE/9820 - Engenharia do Conhecimento Aplicada ao Conhecimento Aplicada ao Domínio de Gerenciamento de Falhas em Redes de Comunicação: Uma Abordagem Baseada em Modelo - MARILZA ANTUNES DE LEMOS, MARCIO RILLO
- BT/PEE/9821 - Uma Biblioteca de Métodos de Resolução de Problemas de Planejamento para Fornecer Apoio à Aquisição de Conhecimento - LELIANE NUNES DE BARROS, MARCIO RILLO
- BT/PEE/9822 - Um Estudo de Técnicas de Aprendizado por Reforço Livre de Modelo - Aplicação ao Pêndulo Invertido - SÉRGIO RIBEIRO AUGUSTO, ADEMAR FERREIRA
- BT/PEE/9823 - Identificação de Sistemas Dinâmicos com Redes Neurais - FRANCISCO CARLOS PONS, CLÁUDIO GARCIA
- BT/PEE/9824 - Comparison between Single and Double Langmuir Probe Techniques for Analysis of Inductively Coupled Plasmas - RAUL M. DE CASTRO, GIUSEPPE A. CIRINO, PATRICK VERDONCK, HOMERO S. MACIEL, MARCOS MASSI, MARCELO B. PISANI, RONALDO D. MANSANO
- BT/PEE/9825 - DECMEF: Um Sistema de Decomposição Aplicada à Síntese de Máquinas de Estados Finitos - CARLOS HUMBERTO LLANOS QUINTERO, MARIUS STRUM
- BT/PEE/9826 - Controladores Preditivos Através de Desigualdade Matriciais Lineares - RENATO C. BARÃO, RICARDO P. MARQUES, OSWALDO L. V. COSTA
- BT/PEE/9827 - Parametrization of all H2 Optimal Output Feedback Controllers - JOÃO YOSHIYUKI ISHIHARA, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9901 - Digital Equalization Using Time Delay Neural Network (TDNN) - MARIO ANDRÉS VERGARA ESCOBAR, EUVALDO F. CABRAL JR.
- BT/PEE/9902 - Simulação e Análise Estrutural do Modelo de Deposição da Publicação ICRP 66 - JOAQUIM CARLOS SANCHES CARDOSO, JOSÉ CARLOS T. DE BARROS MOARES
- BT/PEE/9903 - Modelamento e Ajuste por Regra Sub-Ótica de Maximização da Informação da Mútua de um Sistema Reconhecedor de Palavras Isoladas, Independente do Falante, para Ambientes Adversos, com Redundância de Informação - MÁRIO MINAMI, IVANDRO SANCHES
- BT/PEE/9904 - Modelagem Matemática e Controle Multivariável do Tanque de Contato Empregado no Processo de Lixiviação dos Minerais Niquelíferos - DANIEL GUZMÁN DEL RÍO, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9905 - Avaliação de Transdutores para Análise Metabólica Humana - HENRIQUE TAKACHI MORIYA, JOSÉ CARLOS T. DE BARROS MORAES
- BT/PEE/9906 - Estudo da Aplicação do Método TLM-2D à Análise de Campos Eletromagnéticos - MARCO ANTONIO MATHIAS, JORGE M. JANISZEWSKI

- BT/PEE/9907 – Comportamento Transitório de Campos Eletromagnéticos em Meios Condutivos: Simulação Computacional Eficiente por Diferenças Finitas no Domínio do Tempo – ALEXANDRE AUGUSTO OTTATI NOGUEIRA, JORGE MIECZYSLAW JANISZEWSKI
- BT/PEE/9908 – H_2 and H_∞ Control for Maglev Vehicles – ANSELMO BITTAR, ROBERTO MOURA SALES
- BT/PEE/9909 – Amplificador Distribuído em GaAs – 1 a 17 GHz – CRISTIANE FERREIRA DE ARAÚJO, FATIMA SALETE CORRERA
- BT/PEE/9910 – Modelo Não-Linear de MESFET para Simulação de Amplificadores de Alta Eficiência – ANTONIO SANDRO VERRI, FATIMA SALETE CORRERA
- BT/PEE/9911 – Projeto de um Sistema de Propulsão e Levitação Magnética com Dois Graus de Liberdade – ALEXANDRE BRINCALEPE, FELIPE MIGUEL PAIT
- BT/PEE/9912 – A New Technique to Obtain the MOS Gate Oxide Thickness and Electric Breakdown Field Distributions From Fowler-Nordheim Tunneling Current – WILLIAN AURÉLIO NOGUEIRA, SEBASTIÃO GOMES DOS SANTOS FILHO
- BT/PEE/9913 – Polarization Effects on the Raman and Photoluminescence Spectra of Porous Silicon Layers – WALTER JAIMES SALCEDO, FRANCISCO JAVIER RAMIREZ FERNANDEZ
- BT/PEE/9914 – Aproximação Gaussiana Melhorada Aplicada na Análise de um Método de Aquisição em Dois Estágios para Sistemas DS/CDMA – IVAN ROBERTO SANTANA CASELLA, PAUL JEAN ETIENNE JESZENSKY
- BT/PEE/9915 – Simulação e Análise de Soluções de Comunicação entre Sub-Redes IP sobre ATM – MARCELO ZANONI SANTOS, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9916 – Uma Nova Abordagem para a Análise Computacional de Movimento – RAMONA M. STRAUBE, JOÃO ANTONIO ZUFFO
- BT/PEE/9917 – Caches Remotos e Prefetching em Sistemas Multiprocessadores de Alto Desempenho – Considerações Arquiteturais – EDWARD DAVID MORENO, SERGIO TAKEO KOFUJI
- BT/PEE/9918 – Um Modelo de Referência para o Controle do Processo de Lodo Ativado – OSCAR A. ZANABRIA SOTOMAYOR, SONG WON PARK, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9919 – Identificação Não-Linear de um Processo de Neutralização de pH Multivariável Utilizando Modelos Narmax Polinomiais com Tempo Morto – ROSIMEIRE APARECIDA JERÔNIMO, CLAUDIO GARCIA
- BT/PEE/9920 – Avaliação do U-Net em Clusters com Rede Myrinet – PAULO A. GEROMEL, SERGIO T. KOFUJI
- BT/PEE/9921 – Implementação de Finos Diafragmas em Lâminas de Silício Monocristalino, Altamente Dopadas com Boro, Visando Fabricação de Microsensores de Pressão CMOS Utilizando Pós-Processamento – HUMBER FURLAN, EDGAR R. CHARRY
- BT/PEE/9922 – A5GHz Continuous Time Sigma-Delta Modulador Implemented in $0.4\mu\text{m}$ InGaP/InGaAs – A. OLMOS, E. CHERRY, M. NIHEI, Y. WATANABE

