

1. Classificação <i>INPE.COM.7 (RAE)</i> CDU.: <i>621.391:629.783 (047.3)</i>		2. Período	4. Critério de Distribuição: interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>ESTAÇÕES TERRENAS, TECNOLOGIA, COMUNICAÇÕES, SATÉLITES</i>			
5. Relatório nº <i>INPE-1209-RAE/060</i>	6. Data <i>Abril, 1978</i>		7. Revisado por <i>Carlos E. Santana</i>
8. Título e Sub-Título <i>RELATÓRIO DE ATIVIDADES DO PROGRAMA ESTAÇÕES TERRENAS DURANTE 1977</i>			9. Autorizado por <i>Nelson de J. Parada</i> Diretor
10. Setor <i>DEE/GTE</i>	Código <i>30.231</i>		11. Nº de cópias <i>12</i>
12. Autoria <i>Aydano Barreto Carleial</i>			14. Nº de páginas <i>12</i>
13. Assinatura Responsável <i>Aydano Carleial</i>			15. Preço
16. Sumário/Notas <i>Este relatório descreve, de maneira sucinta, os trabalhos relacionados com estações terrenas realizados durante 1977, utilizando, principalmente, recursos orçamentários do INPE e do Convênio 271-CT-FINEP (Satélite e Meteorologia).</i>			
17. Observações			

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - ESTUDOS SOBRE SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES	3
CAPÍTULO III - ESTUDOS TEÓRICOS E DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS DE PROJETO	5
3.1 - Processamento de sinais em banda básica (J.A. Rodrigues, Estevão Ghizoni, J.C. Garrido, A.B. Carleial)	5
3.2 - Amplificadores de potência para transmissão em microondas (P.P. Normandin, a partir de junho de 1977)	6
3.3 - Conversor de frequência por multiplicação (L.Cividanes, W. Fleming)	6
3.4 - Otimização do projeto de multiplicadores de frequência (R. Bonetti, R. Mendonça) ..	7
3.5 - Polarizadores e diplexadores em microondas (Pawel Rozenfeld)	7
3.6 - Otimização do perfil do sub-refletor de antenas Cassegrain (L.Cividanes, C.E.Santana)	8
3.7 - Alimentador tipo corneta cônica corrugada (C.I.Miranda, C.E. Santana)	8
3.8 - Técnica de projeto de amplificadores de baixo ruído (R.Bonetti, W. Fleming)	9
3.9 - Modos periféricos em linha de fita (R. Bonetti)	9
CAPÍTULO IV - TRABALHOS RELATIVOS À RECEPÇÃO DE IMAGENS DE SATELITES METEOROLÓGICOS	11
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES	13

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

As atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico em estações terrenas foram iniciadas há muitos anos, no INPE, mas a organização formal do Programa Estações Terrenas é recente. O presente relatório descreve, de maneira sucinta, o que foi realizado em 1977, utilizando principalmente recursos orçamentários do INPE e do convênio 271-CT-FINEP (Satélite e Meteorologia). No futuro, o Programa deverá contar com financiamentos decorrentes de propostas específicas para pesquisa e desenvolvimento de estações terrenas, e sua administração poderá ser feita de maneira mais integrada.

Para a composição deste relatório, foram utilizados, em alguns casos, textos preparados pelos pesquisadores envolvidos nos projetos.

CAPÍTULO II

ESTUDOS SOBRE SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES

Alguns estudos na teoria matemática de comunicações, bem como outros, de caráter mais prático, voltados para aplicações em tele comunicações espaciais, foram realizados em 1977.

2.1 - TEORIA DE COMUNICAÇÕES PARA REDES COM MÚLTIPLOS TERMINAIS (A. B. CARLEIAL)

A determinação de regiões de capacidade para certas redes de comunicações com múltiplos terminais é o objetivo da pesquisa teórica que se vem fazendo nesta área. Os principais resultados que obtivemos até 1975 foram resumidos em artigo-resenha de Van der Meulen, publicado em IEEE Trans. on Inform. Th. em janeiro de 1977. Publicações mais recentes, na mesma revista, são "A Note on Wyner's Wiretap Channel" (Carleial e Hellman, maio de 1977) e "Interference Channels" (Carleial, janeiro de 1978). O problema de múltiplo acesso, que é de especial interesse para comunicações por satélites com múltiplas estações terrenas, é objeto de "On the Capacity of the Gaussian Multiple-Access Channel with Feedback" (Carleial, relatório interno do INPE, 1977). Outros estudos tiveram prosseguimento, mas não foram ainda levados a termo.

2.2 - SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES PONTO-A-PONTO, POR SATÉLITE, COM ESTAÇÕES TERRENAS DE BAIXA CAPACIDADE (J. KONO, A.B. CARLEIAL)

Foram feitos estudos de sistema para uma rede de comunicações por satélite com múltiplas estações terrenas de pequena e média capacidade. Duas técnicas principais de modulação e codificação para comunicações de faixa estreita (voz, telegrafia e dados) foram examinadas para sistemas de canal singelo por portadora (SCPC). Assuntos para análise são o ruído de intermodulação, as perdas por dificuldades práticas de implementação dos equipamentos (e.g. demoduladores coerentes), a qualidade subjetiva dos sinais de áudio e outros. Os resultados pre

liminares dos estudos são objeto de um relatório que está sendo elaborado.

CAPÍTULO III

ESTUDOS TEÓRICOS E DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS DE PROJETO

3.1 - PROCESSAMENTO DE SINAIS EM BANDA BÁSICA (J.A. RODRIGUES, ESTEVÃO GHIZONI, J.C. GARRIDO, A.B. CARLEIAL)

Foi concluído e testado, no início de 1977, um decodificador para código convolucional de oito estados, trabalho de J. Kono, que serviu de base para projetar um circuito mais elaborado, descrito abaixo. Durante o ano foram conduzidos os seguintes trabalhos:

- a) Sistemas delta para conversão análogo-digital de voz (para comunicações telefônicas) tiveram projetos iniciados, para operação a taxas de 16 e 32 kbit/s, com base em circuitos integrados LSI especialmente desenvolvidos para esta finalidade e disponíveis comercialmente a partir do segundo semestre de 1977.
- b) Foi projetado um decodificador para código convolucional de 32 estados, pelo algoritmo de Viterbi (máxima verossimilhança), com grande integração eletrônica (circuitos integrados LSI comandados por memórias programadas de leitura PROM). O decodificador pode ser utilizado em estações terrenas com comunicações digitais à taxa de informação de 32 kbit/s. O projeto está completamente descrito em relatório preliminar (Ghizoni).
- c) Um codificador de imagens recebidas de satélites meteorológicos, para compressão dos dados por redução da redundância e posterior transmissão através de canais de faixa estreita, teve seu projeto revisto e completado em 1977 e está descrito em "Codificador Adaptativo Delta/DPCM para Transmissão de Imagens de Satélites Meteorológicos por Via Telefônica" (Garrido, Bérnago e Carleial, relatório interno do INPE, 1977). Deverão ser estudadas novas técnicas práticas de compressão de dados para imagens que levem a projetos com maior integração eletrônica e simplicidade.

Os trabalhos de laboratório foram muito prejudicados pela dificuldade em adquirir componentes eletrônicos importados, principalmente no caso do decodificador convolucional.

3.2 - AMPLIFICADORES DE POTÊNCIA PARA TRANSMISSÃO EM MICROONDAS (P.P. NORMANDIN, A PARTIR DE JUNHO DE 1977).

Possíveis configurações para o estágio de potência em 6 GHz para estações terrenas foram objeto de estudo. Os resultados preliminares demonstraram que a amplificação em frequências mais baixas (e.g. 2 GHz), seguida de multiplicação, pode ser economicamente vantajosa, devido aos ainda altos custos dos transistores de potência em 6 GHz.

Foram iniciados reparos na fonte de alimentação do TWT Varian (utilizado pelo INPE em 1973 nas transmissões através do ATS-6), visando recuperar o sistema para utilização futura em testes de campo com protótipos de estações terrenas.

3.3. - CONVERSOR DE FREQUÊNCIA POR MULTIPLICAÇÃO (L. CIVIDANES, W. FLEMING)

Foi construído um amplificador transistorizado com três estágios, com faixa de 60 MHz em torno da frequência central de 686 MHz, cuja saída vai excitar um multiplicador por nove, projetado com diodo SRD. O amplificador foi projetado com técnica de otimização de ganho na faixa requerida, por pesquisa sequencial, a partir dos parâmetros Y dos transistores, e a montagem apresentou bons resultados. Para filtrar o sinal à saída do multiplicador construiu-se um filtro em 6225 MHz, que apresentou irradiação excessiva, e deverá ser substituído por uma montagem em linha de fita, utilizando dois planos de terra. O projeto do multiplicador, com montagem tipo coaxial, está sendo completado. Uma técnica de otimização para futuros projetos de multiplicadores a SRD é discutida a seguir.

3.4 - OTIMIZAÇÃO DO PROJETO DE MULTIPLICADORES DE FREQUÊNCIA (R. BO

Dando prosseguimento ao trabalho de desenvolvimento de um programa para otimização do projeto de multiplicadores de frequência com diodos SRD, foi realizada a parte relativa à síntese da resposta em tensão do diodo, em função da forma de onda da corrente. O programa utiliza as equações de um modelo de controle de carga, tirado de um trabalho publicado em 1971 (K. Schunemann, em IEEE Trans. on Electr. Dev., 18, 3), que visa a otimização pela variação da corrente do SRD até obter o máximo rendimento do multiplicador.

Devido a dificuldades encontradas na síntese de uma forma de onda inicial de corrente, que pudesse servir como suposição realista para testar a parte do programa que estará concluída, não foi possível realizar ainda a parte de otimização da corrente e síntese do circuito. Antes de montar esta parte do programa, será feita uma montagem experimental.

O programa sofreu diversas alterações que o simplificaram e aumentaram a precisão dos resultados.

3.5 - POLARIZADORES E DIPLEXADORES EM MICROONDAS (PAWEL ROZENFELD)

Uma transição de guia de onda retangular para circular, usando íris, foi montada e testada em laboratório, não apresentando comportamento adequado quanto à largura desejada de faixa de frequência.

A transição de guia retangular para o guia circular, usando-se transformadores de um quarto de comprimento de onda, é, do ponto de vista teórico, mais promissora. A idéia é deformar convenientemente a secção do guia circular até se chegar ao guia retangular, de modo a se conservar a velocidade de fase constante em todas as secções da transição. As dimensões dos transformadores são determinadas, usando-se o programa de computador por nós escrito. A transição assim projetada foi construída, e procede-se aos testes no Laboratório de Microondas.

3.6 - OTIMIZAÇÃO DO PERFIL DO SUB-REFLETOR DE ANTENAS CASSEGRAIN (L. C. VIDANES, C.E. SANTANA)

A antena Cassegrain convencional, cujas superfícies refletoras são um parabolóide e um hiperbolóide, apresenta, com os alimentadores convencionais, baixa eficiência de iluminação. Esta eficiência de iluminação, pode, pelo menos dentro dos limites da aproximação da óptica geométrica, ser levada ao valor máximo, moldando-se as duas superfícies refletores de tal forma que, para um alimentador pré-fixado mas qualquer, se consiga uma iluminação da abertura uniforme em amplitude e fase.

No estado atual do projeto, já foi desenvolvido um programa de computador que fornece a equação do sub-refletor adequado a uma função de iluminação desejada. Os resultados deste trabalho constam de um relatório interno que será brevemente publicado.

3.7 - ALIMENTADOR TIPO CORNETA CÔNICA CORRUGADA (C.I. MIRANDA, C.E. SANTANA)

Os alimentadores com paredes de impedâncias não-isotrópicas, como aqueles cujas paredes são superfícies corrugadas, apresentam o melhor desempenho quanto à largura de faixa, nível de lóbulos laterais e simetria do diagrama de radiação.

Uma corneta conica corrugada propaga modos híbridos, que devem ser determinados para o dimensionamento apropriado do alimentador. Neste estudo, utilizamos a formulação de Claricoats-Saha para a determinação dos modos da corneta, e resolvemos a equação de balanceamento (condição para propagação só do modo HE_{11}) por um método mais preciso que o dos autores citados, para cornetas de pequenos ângulos. O diagrama de radiação da corneta foi calculado numericamente, tanto pelo método de expansão modal, quanto pela formulação de Fresnel-Kirchhoff, para que se possa, posteriormente, verificar qual a melhor aproximação.

Um alimentador tipo corneta cônica corrugada, para uma atenuação de 15 dB em $\pm 30^\circ$, foi projetado segundo o esquema resumido acima e construído em nossa oficina mecânica. Atualmente se está na fase de testes do referido alimentador. Os resultados iniciais compensam satisfatoriamente os esforços analíticos iniciais, e constam do relatório preliminar elaborado em 1977.

3.8 - TÉCNICA DE PROJETO DE AMPLIFICADORES DE BAIXO RUÍDO (R. BONETTI, W. FLEMING)

Foi desenvolvida uma técnica de projeto de amplificadores de faixa larga e baixo ruído, em microondas, em que se minimiza o fator de ruído (NF) e maximiza o ganho, mantendo-o plano dentro da faixa. Os pesos da função objetivo otimizada podem ser escolhidos.

O desempenho do circuito depende de todos os seus elementos, de modo que é difícil escolher valores iniciais para a busca sequencial feita pelo programa. Outro problema é a existência de vários pontos de mínimo da função objetivo. Usando um método de busca inicial, que procura contornar estas dificuldades, chegou-se a resultados satisfatórios, com convergência rápida, para amplificadores a transistor na faixa de 4 GHz, utilizáveis em estações terrenas. Está sendo confeccionado um microcircuito para realização prática do projeto.

3.9 - MODOS PERIFÉRICOS EM LINHAS DE FITA (R. BONETTI)

Verificou-se que os modos planar elétrico (PE) e planar magnético (PM) são acoplados quando a permeabilidade do meio de propagação é um tensor não-diagonal. Como o material de interesse no presente caso é anisotrópico e giromagnético, o que torna impossível diagonalizar sua permeabilidade por uma transformação de coordenadas, a expansão usual em modos PE e PM não se mostrou conveniente. Fez-se nova abordagem através dos modos transversais elétricos guiados pelas bordas (TEEG), que resultam das equações de Maxwell quando se anula a componente longitudinal do campo elétrico. Esta abordagem já foi aplicada a coordenadas

retangulares e cilíndricas, tendo-se obtido equações de dispersão para ambos os casos, cuja solução numérica está sendo elaborada através de subrotinas especiais, pois, no caso cilíndrico, recai-se no cômputo de funções de Bessel de ordem não inteira. Pretende-se, a seguir, estudar o acoplamento entre duas linhas que propagam este tipo de modo, para confecção de dispositivos de microondas.

CAPÍTULO IV

TRABALHOS RELATIVOS À RECEPÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITES METEOROLÓGICOS

Durante 1977 foram desenvolvidas outras atividades, principalmente no referente a estações terrenas receptoras para meteorologia.

Construiu-se uma estação receptora para os sinais WEFAX, transmitidos na faixa S pelo satélite geoestacionário GOES, utilizando uma antena refletora de fabricação nacional.

O Diretor do INPE nomeou uma comissão especial para elaboração do projeto de uma estação receptora de médio porte, para recepção de sinais meteorológicos de alta resolução. A proposta apresentada pela comissão sugere três subsistemas:

- 1) Recepção, formado por duas antenas parabólicas de 7 m de diâmetro, preamplificador, conversor e receptor.
- 2) Demodulação, com demodulador PSK, dois sincronizadores de bits e decomutador PCM.
- 3) Processamento, constando de minicomputador com diversos periféricos e imageador a laser.

Os dois primeiros subsistemas serão de fabricação nacional, estando a maioria de suas partes em desenvolvimento nos laboratórios do INPE. O subsistema de processamento será adquirido no mercado internacional.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

tecnológico de estações terrenas, no INPE. Os estudos teóricos e montagens de laboratório prosseguiram, tendo em vista as metas estabelecidas para diversos projetos específicos. Os trabalhos deverão ser intensificados nos próximos anos, levando a resultados cada vez mais coerentes com os objetivos estabelecidos para o Programa Estações Terrenas, nos quais se incluem a montagem de protótipos completos de estações.