

1. Publicação nº <i>INPE-2965-PPr/110</i>	2. Versão	3. Data <i>Novembro, 1983</i>	5. Distribuição ☐ Interna ☐ Externa ☒ Restrita
4. Origem <i>DIR/DSI</i>			Programa
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ATIVIDADES ESPACIAIS</i> <i>PROPOSTA FINEP, 1984</i> <i>PNAE</i>			
7. C.D.U.:			
8. Título <i>INPE-2965-PPr/110</i> <i>PROPOSTA DE FINANCIAMENTO PARA O PROJETO</i> <i>"ASTROFÍSICA DE ALTA ENERGIA"</i> <i>DO CNPq/INPE</i> <i>(VERSÃO REVISADA)</i>		10. Páginas: 40	
		11. Última página: 40	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>Elaboração: Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento envolvido.</i> <i>Assessoria: Departamento de Sistemas Gerenciais</i> <i>Coordenação: Nelson de Jesus Parada</i> Assinatura responsável		13. Autorizada por <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor Geral</i>	
14. Resumo/Notas <i>Este documento constitui a proposta de financiamento apresentada à Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP para as atividades a serem desenvolvidas no período de janeiro a dezembro de 1984, no projeto "Astrofísica de Alta Energia" do CNPq/INPE.</i>			
15. Observações <i>O projeto se enquadra no PNAE - Programa Nacional de Atividades Espaciais. (Versão revisada em novembro de 1983)</i>			

TÍTULO DO PROJETO

ASTROFÍSICA DE ALTA ENERGIA

ÁREA DE ATUAÇÃO DO PROJETO - Indicar o campo de conhecimento ou setor econômico a que o projeto está vinculado.

ATIVIDADES ESPACIAIS

POSICIONAMENTO DO PROJETO NO CONTEXTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - Discutir a importância do projeto, sua motivação e a oportunidade de sua execução.

O avanço da tecnologia espacial tem permitido, nos últimos anos, a descoberta de importantes fenômenos físicos na área de Astrofísica de Alta Energia.

Um dos mais relevantes são as emissões pulsantes, denominadas "pulsares", provenientes de algumas estrelas nas quais a quantidade de energia liberada - na forma de radiação X ou gama - é extremamente intensa.

Acredita-se que exista grande número desses "pulsares" na região do Centro Galático, em razão da densidade de matéria nele ser maior que em outras regiões. A comunidade científica internacional tem, então, se empenhado em verificar a veracidade dessa hipótese.

O Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, tem se envolvido nessas pesquisas através de lançamentos de telescópios a bordo de grandes balões estratosféricos no Brasil, de onde se pode observar a região do Centro Galático praticamente no zênite, o que lhe propicia melhores condições para tais investigações.

Assim sendo, propõe-se a construção de um novo tipo de telescópio e a realização de dois experimentos em 1984. Espera-se, a partir de 1985, dar continuidade a estas atividades de pesquisa e realizar estudos de fenômenos físico-energéticos que ocorrem nessas fontes emissoras. Possíveis desenvolvimento tecnológicos e aplicações em outras áreas relevantes podem ser originadas a partir destas atividades.

O projeto tem por finalidade desenvolver tecnologia na área de eletrônica e detetores de radiação X, gama e microondas, para uso espacial, primeiramente, a bordo de balões estratosféricos e, em seguida, em foguetes e satélites. Dentro das atividades espaciais, o objetivo final deste projeto contempla efetuar medidas de fontes pulsantes "pulsars" já existentes ou de possível existência na região central de nossa galáxia, para estudos de fenômenos energéticos que ocorrem nessas fontes em períodos bastante curtos. Estes períodos variam desde alguns segundos a vários milissegundos. No final desta seção é fornecida a lista, obtida por previsões teóricas, de possíveis fontes que se espera detetar em vôos a partir de São Manuel, SP (latitude $22^{\circ}42'S$ e longitude $48^{\circ}34'W$).

Assim a principal meta pretendida é:

- Finalizar a construção e testar o telescópio "PULSAR" do INPE, efetuando um vôo no período de inversão dos ventos estratosféricos (entre março e abril) e outro, nas mesmas condições, entre outubro e novembro, do Aeroporto de São Manuel, SP. A elaboração da análise dessas medidas fornecerá subsídios para a tese de doutoramento de um pesquisador da equipe, bem como o material necessário a publicações científicas e técnicas no assunto.

O conjunto dessas medidas realizadas na mesma região do centro galático, permitirá:

1. estabelecer um mapa do céu com a localização das fontes pulsantes;
2. classificar as fontes segundo a intensidade de fótons emitidos;
3. classificar as fontes de acordo com os períodos de emissão dos "pulsares";
4. determinar os possíveis fenômenos físico-energéticos que produzem essas emissões.

DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS DO PROJETO - Quantificar e/ou qualificar as metas pretendidas.

(Continuação)

TABELA DAS FONTES PULSANTES PREVISTAS

PULSARES	PERÍODO (ms)	ASCENSÃO RETA (1950,0)	DECLINAÇÃO (1950,0)
0531+21	33.1	5h 31m 31s	21 ⁰ 58' 54"
0611+22	334.9	6 11 16	22 31 42
0833-45	89.2	8 33 39	-45 00 10
0950+08	253.0	9 50 31	8 09 44
1055-52	197.	10 55 49	-52 10 12
1509-58	150.14	15 09 59.5	-58 56 57
1749-28	563.	17 49 49	-28 06 00
1822-09	768.9	18 22 40	-9 36
1937+21	1.558	19 37 29	21 28 01

METODOLOGIA - Detalhar a metodologia adotada, discriminando as atividades necessárias e estabelecendo aquelas que possam constituir indicadores de acompanhamento da execução física do projeto.

A competência técnica da equipe científica do INPE se evidencia pela construção do telescópio "PULSAR" com 320 cm² de área sensível, incluindo cintiladores de iodeto de sódio de seis polegadas de diâmetro por uma polegada de espessura e operando em anticoincidência com um cintilador do mesmo tipo com oito polegadas de diâmetro por quatro polegadas de espessura. Esses detetores juntamente com a eletrônica associada (incluindo telemetria FM/FM em 240 MHz), telecomando científico e de separação, tralha de vôo incluindo para-quadras são os elementos que constituem a carga útil que irá voar em dois balões estratosféricos RAVEN de 74.000m³. Esse conjunto experimental deverá ser submetido a testes finais de laboratório e de pré-vôo para lançamento a bordo de balões.

A equipe científica do INPE está em vias de adquirir a tecnologia do uso de telescópio de raios gama com colimadores do tipo máscara codificada. Esta tecnologia, cujo alto preço inviabiliza sua construção no Brasil, poderá ser transferida ao INPE, através de um trabalho em conjunto com o Departamento de Física da Universidade de New Hampshire (UNH). Pretende-se efetuar vôos no hemisfério sul com esse tipo de telescópio, deixando-o no Brasil para continuar sua utilização em trabalhos conjuntos. Será possível realizar esta tarefa, desde que o INPE se comprometa a construir a telemetria, telecomando e sistema de navegação de bordo, bem como assegurar a infra-estrutura e despesas com os lançamentos no Brasil. Com isso poder-se-á também explorar o uso do referido telescópio e adquirir a tecnologia do colimador de máscara codificada juntamente com o programa de computador tipo convolução para aplicação no telescópio "PULSAR". Todo o gasto referente a viagens e estadia do pessoal científico e técnico do INPE àquela Instituição para operar e testar o telescópio será financiado pela UNH.

Os indicadores de acompanhamento da execução física dos projetos mais importantes são:

- telescópio construído, testado e calibrado para vôo a bordo de balões estratosféricos;
- conjunto de telemetria, telecomando, sistema de navegação OMEGA, sistema "ballast" construído e operacional;
- vôos efetuados com sucesso ou sem sucesso; e,
- teses apresentadas e trabalhos científicos publicados.

CRONOGRAMA - O desenvolvimento do projeto deverá ser esquematizado objetivamente, a nível de atividades e de metas a atingir segundo um fluxo temporal que melhor convenha às necessidades de trabalho, e que sirva de base para a elaboração do Plano de Aplicação de recursos, através de utilização de representações visuais auxiliares, como gráficos de barras, diagramas e/ou fluxogramas. Assinalar aqui os indicadores de acompanhamento estabelecidos no item anterior.

Os detetores e o tipo de montagem dos mesmos, assim como a eletrônica associada para se chegar à observação de fótons de raios gama (0.1-5.0 MeV) já estão montados em laboratório. Uma idéia melhor de todo esse trabalho desenvolvido em 1983 está descrita na publicação "PULSAR: A balloon-borne experiment to detect variable low energy gamma-ray emissions", em anexo 1.

O cronograma dos trabalhos, para 1984, pode ser melhor esquematizado como segue:

1. Montagem dos detetores e eletrônica associada numa gôndola especial para serem lançados a bordo de balão estratosférico;
2. Testes pré-vôo do telescópio na gôndola com a eletrônica associada;
3. Construção e incorporação do sistema de telemetria de bordo e de terra associado ao telescópio;
4. Teste final do telescópio com sistema telemétrico de bordo e terra pré-vôo;
5. Realização do primeiro vôo, em março-abril, no Aeroporto de São Manuel ou AFA - Pirassununga;
6. Realização do segundo vôo, em outubro-novembro, no Aeroporto de São Manuel ou AFA - Pirassununga;
7. Redução e análise das medidas e preparo sobre o prosseguimento ou não das referidas observações, de acordo com os resultados obtidos.

BENEFICIÁRIO:

PROJETO: ASTROFÍSICA DE ALTA ENERGIA

A T I V I D A D E S	1984			
	1º TRIM.	2º TRIM.	3º TRIM.	4º TRIM.
- Montagem de detectores e eletrônica associada na gôndola (iniciados em 83)				
- Testes de pré-vôo do telescópio na gôndola				
- Construção e incorporação do sistema de telemetria de bordo e de terra associado ao telescópio				
- Teste final do telescópio com sistema telemétrico de bordo e de terra				
- Realização dos vôos de observação e medidas				
- Redução e análise dos dados e publicações técnicas e científicas dos resultados. (continua em 1985)				

OBS: previsão inicial previsão atualizada atividades realizadas

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - Apresentar e analisar de forma resumida a bibliografia existente sobre o assunto bem como os estudos concluídos ou em andamento realizados pela unidade executora e/ou por outras entidades nacionais e estrangeiras, comentando a existência de alternativas para a abordagem do projeto.

Ao adotar estes tipos de telescópios para efetuar estudos sobre fenômenos energéticos que ocorrem em estrelas e outras fontes, o INPE trabalha com os grupos mais ativos e experientes no assunto existentes no exterior. É conhecido o trabalho atual do Max-Planck Institut für Extraterrestrische Physik, através dos experimentos principais do Prof. Claus Reppin, do Prof. Volker Schoenfelder e do Prof. Rudiger Stauber que operam os telescópios de raios gama "COMPTON" e de raios X "HEXE" para vôos em balões no "Space Shuttle". Também é conhecido o trabalho, na Inglaterra, do Imperial College e da Southampton University através dos pesquisadores Prof. A.R. Engel, Prof. David Ramsden e Prof. G.A. Dean, que operam o telescópio de raios gama UTIC em colaboração com a Universidade da Tasmania, na Austrália. Na França existe o grupo do CESR - Centre d'Étude Spatiales des Rayonnements, em Toulouse, que colabora com a Universidade de Palermo, na Itália, através do telescópio "FIGARO" operando em convênio científico através dos pesquisadores Prof. G. Vedrenne (França) e do Prof. Livio Scarsi (Itália). Nos Estados Unidos existe a Universidade de New Hampshire, que através do Prof. E.L. Chupp, opera o telescópio "LGT", o Prof. David Kniffen da NASA e o Prof. G.A. Share do NRL que operam o telescópio "Spark-Chamber" e o Prof. G.M. Frye, da Cleveland University, que opera o telescópio "Bolometer-Compton".

Direta ou indiretamente, o INPE mantém contato com todo o pessoal científico aqui citado, o que permite escolher a melhor técnica existente para efetuar as medidas que estão sendo programadas.

BIBLIOGRAFIA

CHUPP, E.L. Cosmic and Solar Gamma-Ray and Neutron Experiments. Proposal NGL 30-002-21, 1981.

COSTA, E.; MASSARO, E. Figaro Collaboration Technical Report FC-TR, 1983.

HUDSON, H.S.; GORDON, J.H. and PETERSON, L.E. A grid for imaging hard X-Rays. Relatório Técnico UCSD-SP-77-04, 1977.

ARNETT, W.D. Astrophys. J. (Letters) 230, L37, 1979.

AURIEMMA, G.; ANGELONI, L.; BELLI, B.M.; BERNARDI, A.; CARDINI, D.; COSTA, E.; EMANUELE, A.; GIOVANELLI, F.; and UBERTINI, P. Astrophys. J. (Letters) 221, L7, 1978.

BIGNAMI, G.F.; LICHTI, G.G.; and PAUL, J. Astron. Astrophys., 68, L15, 1978.

CARTER, J.N.; RAMSDEN, D.; FRYE, G.M.; JENKINS, T.L.; and KOGA, R., 1980 (preprint).

CHERRY, M.L.; CHUPP, E.L.; DUNPHY, P.P.; FORREST, D.J.; and RYAN, J.M.; 1980 (preprint).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - Apresentar e analisar de forma resumida a bibliografia existente sobre o assunto bem como os estudos concluídos ou em andamento realizados pela unidade executora e/ou por outras entidades nacionais e estrangeiras, comentando a existência de alternativas para a abordagem do projeto.

- SCHWARTZ, D.A.; and GURSKY, H. Gamma Ray Astrophysics, NASA SP-339, 15. In F.W. Stecker and J.I. Trombka (eds.), 1973.
- VEDRENNE, G.; ALBERNHE, F.; MARTIN, I.; and TALON, R. Astron. and Astrophys. 15, 50. 1971.
- BEURLE, K.; ET ALL. Studies at balloon altitude of southern hemisphere hard X-ray sources by the Imperial College - University of Tasmania - INPE Collaboration. COSPAR/IAU, Advances in High Energy Astrophysics, Rojen, Bulgaria, 18-23 July 83.
- RAO, K.R.; MARTIN, I.M.; JARDIM, J.O.D.; JAYANTHI, U.B. "2.2 MeV γ -Ray Line Observed During a SN Solar Flare". Solar Physics, 79:121, 1982. .
- BENSON, J.; JARDIM, J.O.D.; MARTIN, I.M.; JAYANTHI, U.B.; AGUIAR, O.D. "Design, Calibration and Sensitivity of a Possibly - Anti-Collimated Gamma-Ray Telescope". Nuclear Instruments and Methods, 188:613, 1981.
- JAYANTHI, U.B.; BLANCO, F.G.; AGUIAR, O.D.; JARDIM, J.O.D.; RAO, K.R.; MARTIN, I.M.; BENSON, J.L. "Spectral observations of Atmospheric γ -ray background". Rev. Bras. de Física, 12(3), 431, 1982.
- JARDIM, J.O.D.; BENSON, J.L.; JARDIM, M.V.A.; MARTIN, I.M. "Measurement of the 0.511 MeV γ -ray line from the galactic center". Rev. Mexicana de Astronomia y Astrofísica, 5, 131, 1982.
- RAO, K.R.; MARTIN, I.M.; JARDIM, J.O.D.; JAYANTHI, U.B. "Low energy gamma ray enhancement observed during a stratospheric balloon flight". Rev. Bras. Fís., 12(3), 501, 1982.
- JARDIM, J.O.D.; JARDIM, M.V.A.; BENSON, J.L.; MARTIN, I.M. "Medidas da raia de aniquilação elétron-pósitron em 511 KeV emitida pelo centro galático". Ciência e Cultura, 34(8), 1062, 1982.
- JARDIM, M.V.A.; MARTIN, I.M.; JARDIM, J.O.D. "Medida da emissão contínua em raios gam de baixa energia na direção do centro galático". Ciência e Cultura, 35(8), 1159, 1983.
- JARDIM, J.O.D.; DA COSTA, J.M.; MARTIN, I.M.; BOCLET, D.; DUROUCHOUX, Ph.; JARDIM, M.V.A.; VILLELA NETO, T. "Detecção da linha gama nuclear em 6,13 MeV do O^{16} de origem atmosférica e cósmica". Rev. Bras. Física, 12(4), 875, 1982.
- DA COSTA, J.M.; JARDIM, J.O.D.; MARTIN, I.M.; BOCLET, D.; DUROUCHOUX, Ph.; SENADOR, R.; MALUTA, A.; VILLELA NETO, T. "Telescópio Ge(Li) para linhas de raios gama na atmosfera do Hemisfério Sul". Rev. Bras. Fís., 12(4), 900, 1982.
- JARDIM, J.O.D.; ESPÍRITO SANTO, C.M.; TRIVEDI, N.B. "Maré linear geomagnética diária na região de Vassouras ($22^{\circ}24'$, $43^{\circ}39'W$)", (Aceito pela Ciência e Cultura, 1982).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - Apresentar e analisar de forma resumida a bibliografia existente sobre o assunto bem como os estudos concluídos ou em andamento realizados pela unidade executora e/ou por outras entidades nacionais e estrangeiras, comentando a existência de alternativas para a abordagem do projeto.

- BENSON, J.L.; JARDIM, J.O.D.; MARTIN, I.M.; JAYANTHI, U.B.; AGUIAR, O.D. "Design, Calibration and Sensitivity of Possibly-Anti-Collimated (PAC) Gamma-Ray Telescope". Proceedings of the 17th International Cosmic Ray Conference, Paris, France, July 13-25, 1981, vol. 8, p. 10.
- BUI-VAN, N.A.; RAO, K.R.; MARTIN, I.M. "Gamma-ray lines observed in balloon flights at high rigidity". Atmospheric Space Science, 64, 339-346, 1979.
- ALBERNHE, F.; VEDRENNE, G.; MARTIN, I.M. "The positron annihilation line at 511 KeV in the upper atmosphere". Journal of Geophysical Research, 84, 6658-6662, 1979.
- JARDIM, J.O.D.; AGUIAR, O.D.; MARTIN, I.M.; RAO, K.R. "Construção de um telescópio para astronomia de raios gama de baixa energia". Ciência e Cultura, vol. 31, nº7, pg. 447, Julho 1979.
- MARTIN, I.M. "Medidas de intensidade e direção dos ventos estratosféricos (30-45 Km) na região equatorial e tropical do Hemisfério Sul". Ciência e Cultura, vol. 31, nº7 pg. 476, Julho 1979.
- MARTIN, I.M.; NORDEMANN, D.J.R.; BLANCO, F.G.; SENADOR, R.; NERI, J.A.C.F. "Medidas da radiação cósmica secundária a bordo de avião a jato em altitudes de 12 e 12.5 km entre Boa Vista e Campinas". Ciência e Cultura, vol. 32, pg. 545, Julho 1980.
- MARTIN, I.M.; AGUIAR, O.D. "Direção e intensidade dos ventos e camadas de 20 a 50 km de altitude na região equatorial e sua aplicação em vôos de balões estratosféricos". Ciência e Cultura, 33(8), Agosto 1982.
- MARTIN, I.M. "Influência do veículo portador no levantamento aeroespacial da radioatividade natural". Ciência e Cultura 34(8) 1065-1069, 1982.
- MANDROU, P.; BUIVAN, A.; VEDRENNE, G.; NIEL, M. "Observations of the Galactic Disk between $\sim 45^\circ < \ell^{II} < 45^\circ$ in the energy range 80 KeV - 8 MeV". Astrophys J., 237, 424, 1980.
- VIOLES, F.; NIEL, M.; BUIVAN, A.; VEDRENNE, G.; CHAMBOM, G.; ESTHULIN, I.V.; RAKLAMIMOV, Ch. Yu. "A0535+26: A hard X-ray observations of the 1977 December Flare up with the Prognoz 6 Figure II Experimental". Astrophys J., 263, 320, 1982.

UTILIZAÇÃO DOS RESULTADOS DO PROJETO - Na hipótese de sucesso, descreva abaixo a forma imaginada de transferência dos resultados aos possíveis usuários.

As fontes pulsantes descobertas serão catalogadas em coordenadas galácticas em função da energia emitida, do período de emissão e do tempo de observação. Em trabalho conjunto com outros laboratórios existentes em várias partes do mundo, serão elaboradas teorias que expliquem os fenômenos físicos responsáveis pela emissão dessa energia e suas possíveis aplicações.

O desenvolvimento da tecnologia na área da eletrônica espacial, telemetria, telecomando, sistema de navegação OMEGA e detetores de alta resolução em tempo e em energia poderá ser aplicado em projetos de outras áreas como a aeroespacial, medicina hospitalar, e o controle da poluição de reatores nucleares.

A formação de recursos humanos nessa área, a nível técnico e de pós-graduação constitui, também, um importante resultado da execução deste projeto.

EQUIPAMENTOS EXISTENTES PARA UTILIZAÇÃO NO PROJETO

DESCRIÇÃO	AQUISIÇÃO			ESTADO OPERACIONAL ATUAL
	ANO	ORIGEM DOS RECURSOS	CUSTOS	
analisador de pulsos TRACOR TN-1710 4028 CANAIS	1978			Em operação normal
analisador de pulsos TRACOR TN-1720 8064 CANAIS	1980			Em operação normal
na estação completa de telemetria móvel tipo FM/FM.	1980			Em operação normal
na estação completa de telemetria fixa tipo FM/FM.	1979			Em operação incompleta
Um laboratório equipado para cons- trução de experimentos para medir aios X e Gama-Fontes radioativas, etc.	1976			Em operação incompleta
Um laboratório equipado para cons- trução de telemetria, telecomando, istema de navegação OMEGA, BALLAST, etc, para voar a bordo de balões e oguetes.	1977			Em operação incompleta
Um centro para lançamento de balões stratosféricos para cargas de até 2 toneladas.	1978			Em operação incompleta

RECURSOS HUMANOS DO PROJETO (EXISTENTES E A CONTRATAR)

A) PESSOAL CIENTÍFICO

[illegible]

B) PESSOAL TÉCNICO

819

ASIROFISICA DE ALTA ENERGIA
RECURSOS HUMANOS DO PROJETO (EXISTENTES E A CONTRATAR)

C) PESSOAL ADMINISTRATIVO

[illegible]

CONSIDERAÇÕES SOBRE O ORÇAMENTO APRESENTADO

Os quadros que se seguem apresentam o orçamento do projeto e os recursos que são solicitados ao FNDCT.

Algumas alterações foram feitas nos formulários originais visando simplificar a apresentação sem, no entanto, acarretar prejuízo das informações solicitadas. As modificações foram as seguintes:

- "RECURSOS HUMANOS DO PROJETO":

Adicionou-se uma coluna em que consta o salário mensal equivalente ao tempo dedicado ao projeto durante o ano.

- "ORÇAMENTO SOLICITADO POR FONTE DE FINANCIAMENTO" e "CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO - FNDCT":

Os formulários foram redesenhados para fornecerem informações correspondentes a apenas um ano, que é o período coberto pela proposta.

O formulário "COMPOSIÇÃO DE SALÁRIOS" foi preenchido de maneira simplificada uma vez que as informações foram fornecidas anteriormente no formulário "RECURSOS HUMANOS DO PROJETO". Os cálculos, divididos em duas partes, apresentam as despesas anuais com base nos salários previstos para janeiro de 1984 e um adicional que contempla a transformação de 14 salários em 12 mensalidades e um reajuste (correção monetária) de 50% em abril do mesmo ano.

A *contrapartida explícita* oferecida é bastante significativa. A *contrapartida implícita*, que também deve ser levada em conta, inclui entre 40% a 60% das despesas com pessoal e é constituída principalmente de:

- a) Serviços de Apoio Administrativo e Infra-Estrutura, incluindo assistência médica e seguros; serviços de controle orçamentário e contábil; aquisição de bens e administração de contratos de prestação de serviços; manutenção e conservação de instalações; fornecimento de água e energia elétrica; serviços de comunicações (telex, telefone e malote) e serviços de reprodução gráfica.
- b) Serviços de Apoio Técnico, incluindo conservação e manutenção de aparelhos elétricos e eletrônicos; serviços de processamento de dados - em "batch" e via terminais; serviços de oficina mecânica; serviços de laboratório de circuito impresso; e biblioteca.
- c) Assessoria eventual fornecida a este projeto por outros pesquisadores do Instituto.

Finalmente, vale mencionar que os orçamentos aqui apresentados consideram os seguintes parâmetros:

- a) Inflação prevista para 1984: 90% ao ano;
- b) Valor médio da taxa de câmbio para despesas no exterior:
US\$ 1.00 = Cr\$ 1.500,00

ORÇAMENTO SOLICITADO POR FONTES DE FINANCIAMENTO
PERÍODO DE PROJETO DE JAN/1984 A DEZ/1984

(Cr\$ 1.000,00)

PROJETO: ASTROFÍSICA DE ALTA ENERGIA						
CATEGORIA ECONÔMICA		ESPECIFICAÇÃO DA DESPESA	FONTES	CONTRAPARTIDA **		TOTAL GERAL DO PROJETO
				PROPONENTE	OUTROS *	
DESPESAS CORRENTES	3100	DESPESA DE CUSTEIO		54.210		85.210
	3110	PESSOAL		54.210		54.210
		a) Científico		25.080		25.080
		b) Técnico		12.240		12.240
		c) Administrativo		960		960
		d) Diárias		5.600		5.600
	3113	e) Obrigações Patronais		10.330		10.330
	3120	MATERIAL DE CONSUMO				24.500
	3130	SERVIÇOS DE TERC. E ENCARGOS				6.500
	3131	REMUNERAÇÃO DE SERV. PESSOAIS				500
	3132	OUTROS SERV. E ENCARGOS				6.000
DESPESAS DE CAPITAL	4100	INVESTIMENTOS				3.000
	4110	OBRAS E INSTALAÇÕES				
		a) Obras				
		b) Instalações				
	4120	EQUIPAMENTOS E MAT. PERMANENTE				3.000
		a) Equipamentos				3.000
		Nacional				3.000
		Importado				
		b) Material Permanente				
		Nacional				
		Importado				
T O T A I S				54.210		88.210

* Discriminar por Fonte Financiadora - Preencher um formulário por subprojeto quando for o caso além do consolidado.

** Neste item não está incluída a contrapartida implícita correspondente a 40 - 60% das despesas com pessoal, conforme especificado anteriormente nas Considerações sobre o Orçamento Apresentado.

[illegible]

[illegible]

DIÁRIAS

CR\$ 1.600

NOME E FINALIDADE	LOCAL	QUANT	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL	FONTE DE RECURSOS	
					PROVENIENTE	OUTROS
Atividade PULSAR - dois lançamentos e resgates	S.Manuel	100	56	5.600		
TOTAL				5.600		5.600

MATERIAL DE CONSUMO

CPS 1.696

ESPÉCIE E FINALIDADE	QUANT.	CUSTO UNITAR.	CUSTO TOTAL	FONTE DE RECURSOS	
				PROPOSTA	EFECT
Hidrogênio para lançamentos de balões estratosféricos.	7000/m³	1300/m³	9.100		
Componentes eletrônicos.	-	-	10.000		
Combustível, baterias, cabos de aço, isopor, fitas de nylon, balões piloto.	-	-	5.400		
TOTAL			24.500		24.500

UTILIZAR UM FORMULÁRIO PARA CADA EXERCÍCIO

REMUNERAÇÃO DE SERVIÇOS PESSOAIS

Crs 1.000

PESSOAS/EMPRESAS	ESPECIFICAÇÃO DO SERVIÇO	PERÍODO	CUSTO TOTAL	FONTE DE RECURSOS		
				PROPRIO	OUTROS	F.I.C.T.
Operador de guincho para lançamento de balão.	Manobras com o guincho no lançamento de balão.		500			
TOTAL			500			500

Cris 1.000

ESPECIFICAÇÃO	JUSTIFICATIVA	VALOR	FONTE DE RECURSOS	
			PROPRIO	OUTROS
Aluguel de avião para localização e resgate.	Localizar o lugar da queda do teles côpio.	4.000		
Aluguel de viaturas para pessoal em São Ma nuel.	Durante as operações de lançamento para a telemetria móvel.	1.500		
TOTAL		5.500		5.500

PASSAGENS

C= \$ 1.000

TRECHO	OBJETIVO	Nº DE VIAGENS	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	FONTE DE RECURSOS		
					PROPRIA	CURSO	FINE
São José dos Campos - Rio de Janeiro - São José dos Campos.	Calibrar detetores UFRJ, PUC, CNEN e Nuclebrás.			500			
TOTAL							500

Cr\$ 1.000

ESPECIFICAÇÃO E APLICAÇÃO NO PROJETO	MODELO	FABRI - CANTE	CUSTO UNIT.	QUANT	CUSTO TOTAL	FONTE DE RECURSOS		
						PROPRIETÁRIO	OUTROS	FINANÇ.
- Transceptores e transmissores em VHF.	UNITEL	UNITEL	1.000	3	3.000			
TOTAL					3.000			3.000

SÃO CONSIDERADOS FUNDAMENTOS NA TONTO DO DOCUMENTO

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO - FNDCT

(Cr\$ 1.000,00)

ITENS DE DISPÊNDIO		EXERCÍCIO 1984				TOTAL GERAL
		1º TRIM	2º TRIM	3º TRIM	4º TRIM	
DESPESAS CORRENTES	3100 DESPESAS DE CUSTEIO (1)					
	3110 PESSOAL	4.900	14.800	10.400	900	31.000
	a) Científico					
	b) Técnico					
	c) Administrativo					
	d) Diárias					
	3113 OBRIGAÇÕES PATRONAIS					
DESPESAS DE CAPITAL	3120 MATERIAL DE CONSUMO	4.200	10.000	9.400	900	24.500
	3130 SERV. DE TERCEIROS E ENCARGOS	700	4.800	1.000	-	6.500
	3131 REMUNERAÇÃO DE SERV. PESSOAIS	-	500	-	-	500
	3132 OUTROS SERVIÇOS E ENCARGOS	700	4.300	1.000	-	6.000
	4100 INVESTIMENTOS (2)		3.000			3.000
DESPESAS DE CAPITAL	4110 OBRAS E INSTALAÇÕES					
	a) Obras					
	b) Instalações					
	4120 EQUIPAMENTOS E MAT. PERMANENTE		3.000			3.000
	a) Equipamentos					
DESPESAS DE CAPITAL	. Nacional		3.000			3.000
	. Importado					
	b) Material Permanente					
DESPESAS DE CAPITAL	. Nacional					
	. Importado					
T O T A L (1 + 2)		4.900	17.800	10.400	900	34.000

8. ASSINATURAS

O presente Projeto conta com a aprovação dos abaixo assinados, que se co-responsabilizam pela sua execução.

São José dos Campos, 18 de novembro de 1983

Local e Data

Canada

Coordenador do Projeto
NELSON DE JESUS PARADA

Parado

Diretor da Unidade Executora
NELSON DE JESUS PARADA

Membros do Conselho Diretor da
Unidade Executora

ANEXO 1

PULSAR: A BALLOON-BORNE EXPERIMENT TO DETECT VARIABLE LOW ENERGY GAMMA-RAY EMISSIONS.

N.A. BUIVAN, I.M. MARTIN, F.G. BLANCO, J. BRAGA

**Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
São José dos Campos, S.P., Brasil**

RESUMO

O principal objetivo da experiência "PULSAR", a ser lançada em balão estratosférico, consiste em observar raios gama oriundos de fontes variáveis e pulsares no intervalo de energia de 0.1 a 5.0 MeV. A configuração geométrica do telescópio foi projetada de acordo com estimativas da sensibilidade do detetor para observar radiação pulsada. A partir destas estimativas, realizadas por métodos analíticos e empíricos, espera-se obter uma sensibilidade de 3.7×10^{-7} fótons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{KeV}^{-1}$ para o intervalo de 0.1 a 0.5 MeV e de 4.5×10^{-8} fótons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{KeV}^{-1}$ para o intervalo de 1.0 a 5.0 MeV, para um tempo de integração de 5 horas a uma atmosfera residual de 5 g cm^{-2} , com um nível de confiabilidade estatística de 3σ . Foi desenvolvida uma eletrônica de bordo, compatível com a capacidade da telemetria disponível, capaz de analisar os dados com uma resolução temporal de 4 milissegundos.

ABSTRACT

The main goal of the balloon-borne "PULSAR" experiment is to observe γ -ray photons of variable sources and pulsars in the energy range 0.1-5.0 MeV. The geometrical arrangement of the telescope has been designed according to detector sensitivity estimations for the pulsed radiation, which have been made by empirical and analytical methods. From the obtained results we expect to achieve a detection sensitivity of 3.7×10^{-7} photons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{KeV}^{-1}$ (0.1 - 0.5 MeV) and 4.5×10^{-8} photons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{KeV}^{-1}$ (1.0 - 5.0 MeV), for 5 hours integration time at 5 g cm^{-2} atmospheric depth, with 3σ statistical significance. It was developed an on-board electronics, compatible with the available telemetry capacity, that is able to process the data with a time resolution of ~ 4 milliseconds.

Key words: PULSARS-GAMMA-RAYS.

I. INTRODUCTION

Some of the several γ -ray sources recently revealed by the COS-B satellite observations (Bennett et al., 1977; Masnou et al., 1977) have not been identified as X-ray emitting objects. Theoretical predictions concerning the pulsars among these sources suggest that they are in fact only γ -ray emitters (Massaro and Salvati, 1977; Lamb, 1978) although the results obtained so far at energies $E_\gamma \gtrsim 10$ MeV indicate only upper limit fluxes.

In general the detectors utilized for these measurements have not large detection areas despite their high angular resolutions. The large field-of-view and large surface detectors, like our "PULSAR" telescope presented in this paper, allow to carry out simultaneous observations of different periodical sources. The fact that each of these sources is identified by its own period allows a separation of each one from the others and from the ever present background by using temporal analysis.

The most intense pulsar γ -radiation arriving at the Earth comes from nearby sources that loose large amounts of rotational energy by spinning rapidly (so that corresponding to short periods) in the presence of a large star magnetic field. Among these objects, the Crab (PSR 0531 + 21) and Vela (PSR 0833-45) pulsars are well known as short-period radio-pulsars that emit high-energy γ -rays (Kanbach et al., 1977; Kniffen et al., 1977). Their periods are 0.033 s and 0.089 s respectively. Hence it is very important to reach time accuracy of the order of milliseconds in the temporal analysis of the radiation coming from these objects. Such accuracy can only be achieved in a balloon-borne experiment by processing the data on board. The "PULSAR" telescope and its associated electronics, described in this paper, have been projected in order to fulfil the above requirements.

II. DETECTION ASSEMBLY AND ASSOCIATED ELECTRONICS

A sketch of the detection assembly is shown in Figure 1. The main detector (A) is a 6"-diameter X 1"-thickness NaI(Tl) crystal, corresponding to a geometrical surface of ~ 182 cm². The crystal is optically coupled to a RCA 8060 photomultiplier tube. The energy

resolution (Full Width at Half Maximum) of the system is 23% at 611 KeV. The crystal is protected at the bottom by a 8"x4" NaI(Tl) scintillator (B) and is surrounded by a 14"x5" NE102 plastic scintillator ring shielding (W). The charged particles that would penetrate in the ring upper aperture are eliminated by a 5mm-thick plastic scintillator (P).

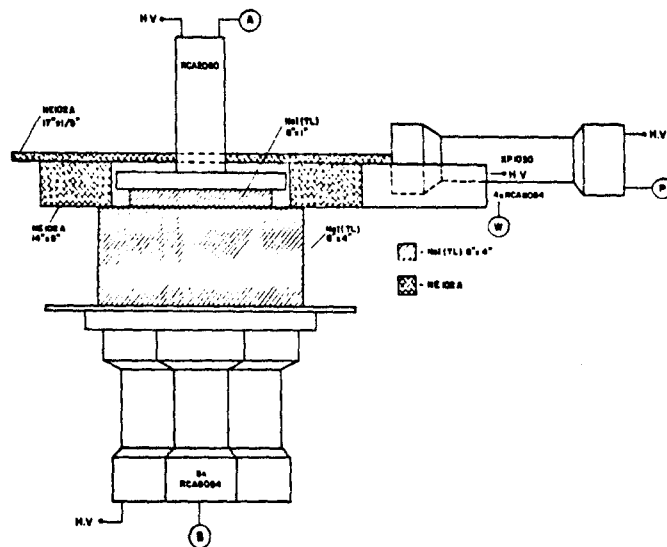


FIG. 1. Sketch of the detection assembly.

The output pulses of the photomultipliers associated with (B) and (W) are passively added, and then amplified and formatted (Fig. 2). After that, the lower level discriminators are triggered by the amplified signals. The discrimination levels for the anticoincidence are set at an equivalent energy of ~ 100 KeV. The output pulses of the (A) detector, without any anticoincidence from the "nor" circuit, will be analysed by a 128- channels and a 5-channels encoders. The first one defines a 10-bits word of 4-milliseconds total width, randomly transmitted according to the arrival of the events at the telemetry E channel. The contents of each channel of the second encoder, which are registered in the respective counting scalers (Ci), will be loaded in the shift registrer in a $16f$ rate, f being the clock frequency fixed at 5 KHz. The shift registrer word is defined by 18 bits while the counter contents have 3 bits (C1-C4) and 2 bits (C5). Under these conditions, the

observed counts for each energy band will be defined within 3.6 miliseconds time resolution.

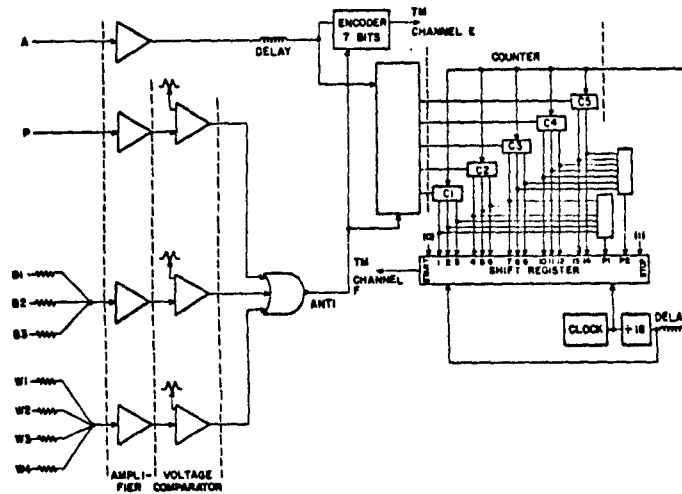


FIG. 2. Block diagram of the electronics associated to the detection assembly.

III. FLUX ESTIMATION AT BALLOON ALTITUDES

The spectra obtained with the 8"x4" NaI (Tl) crystal during a balloon flight and from ground calibrations are shown in Figure 3 (Jayanthi et al., 1983). The similarity between the features of these spectra and those obtained on the ground using the 6"x1" NaI(Tl) detector in anticoincidence with the 8"x4", has allowed the inference of an empirical relation between the photon production at the ground and at balloon altitudes (~ 5 g/cm²), irrespective of detector dimensions. Using this assumption and the 8"x4" crystal results we can extrapolate our 6"x1" ground values to a background estimation at ~ 5 g/cm² (Fig. 4).

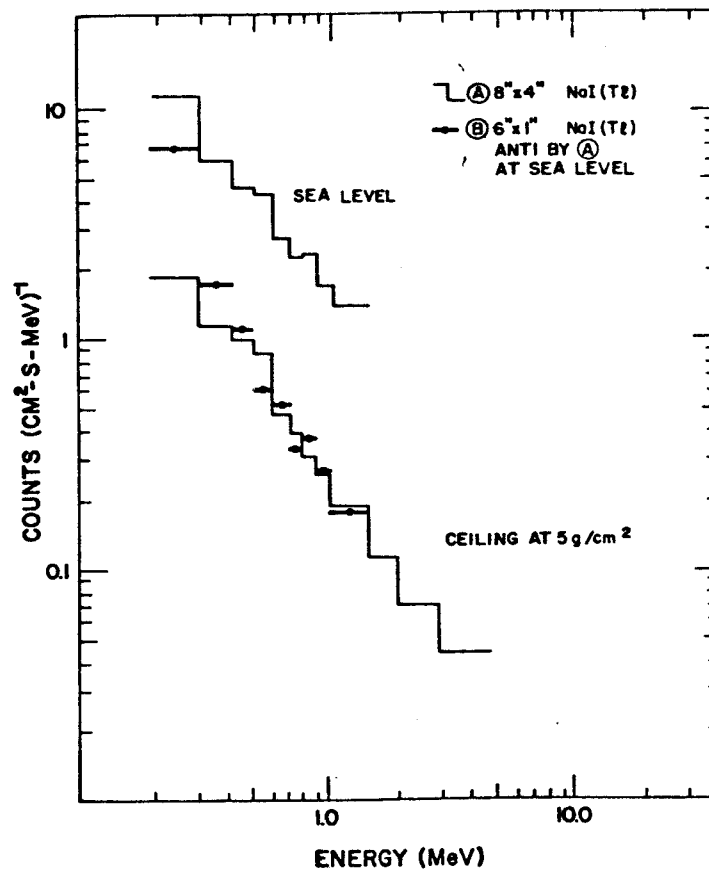


FIG. 3. Comparison between the background spectra observed at sea level and at balloon altitudes with different detectors.

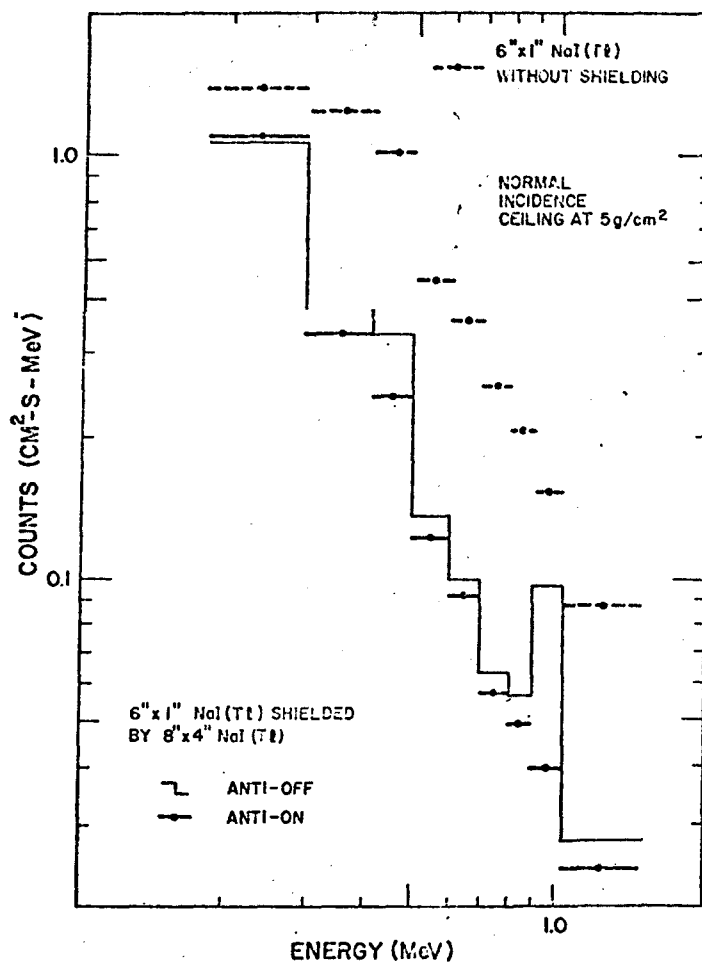


FIG. 4. 8"x4" NaI(Tl) shielding effect on the background spectra extrapolated to balloon altitudes.

The 8"x4" crystal performs as an almost perfect shield for energies below 300 KeV, whether it is activated or not. Besides that, a better lateral protection is achieved due to the small thickness of the 6"x1" detector. This effect is shown in Figure 5. It is noteworthy that when the detector's axis is inclined 45° and 90° with respect to the vertical, the estimated balloon-altitude spectra at energies around 1 MeV provide the same counting than those obtained at 0° .

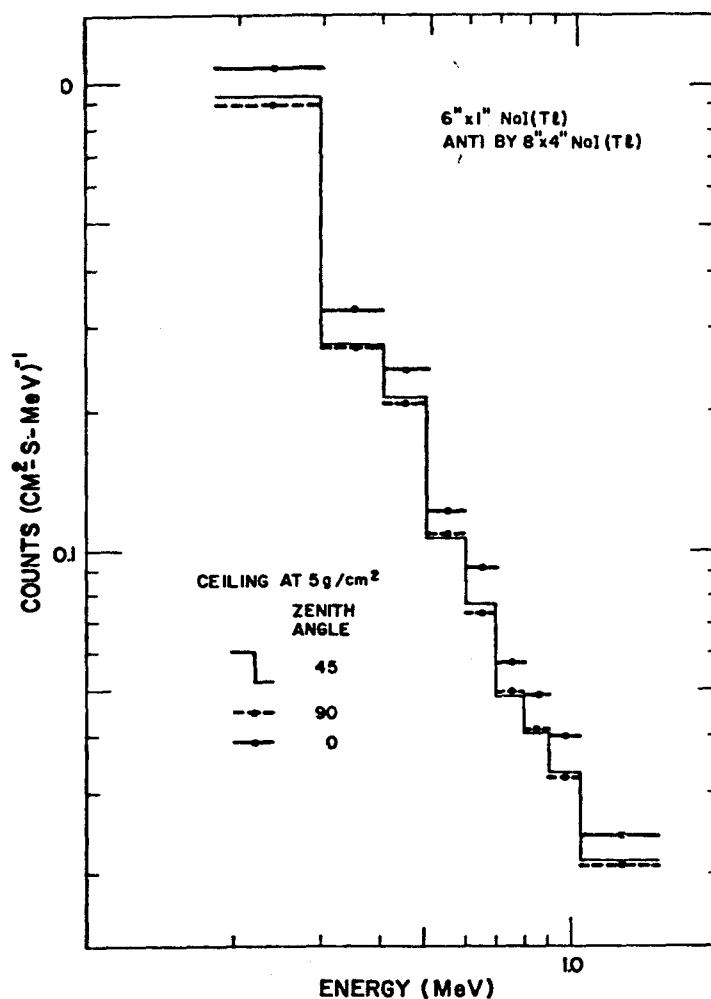


FIG. 5. 8"x4" NaI(Tl) shielding effect estimated for balloon altitudes at various zenith angles.

In order to confirm the validity of this empirical method, the results have been compared with the calculation made by a numerical simulation computer program (Mandrou, 1979), (Fig. 6), which have taken into account the contribution of the cosmic and atmospheric photons as well as the induced photon production in the NaI(Tl) crystals due to neutrons and charged particles. In fact, the calculated fluxes using both methods agree well at low energies ($E \lesssim 300$ KeV), but at higher energies the induced reactions are no more negligible, so that the analytical calculations becomes nearer to the expected real conditions than the empirical estimations.

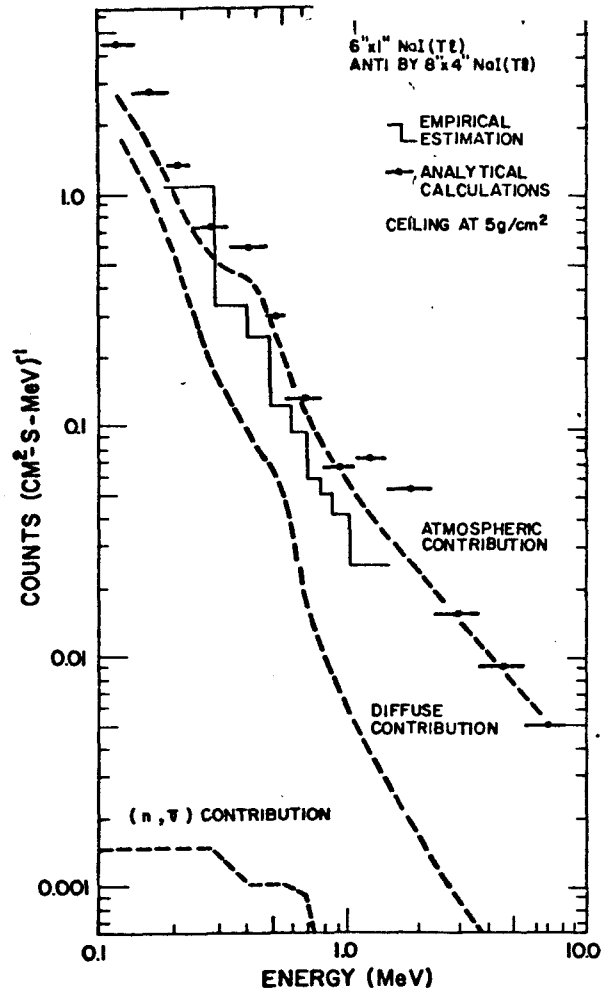


FIG. 6. Comparison between background spectra at balloon altitudes obtained with empirical and analytical calculations.

IV. SENSITIVITY ESTIMATIONS FOR THE DETECTION ASSEMBLY

The detection assembly sensitivity is defined as the minimum detectable flux F_m (photons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{KeV}^{-1}$), which can be approximated by (Willett et al., 1978):

$$F_m \approx \frac{K^2 + K \sqrt{K^2 + B \cdot T_s \cdot \Delta E \cdot \delta}}{2 \cdot A_e \cdot T_s \cdot \Delta E}$$

where

K - statistical significance (standard deviations above background)

A_e - effective area (cm^2)

B - background counting rate (counts s^{-1} KeV^{-1})

T_s - integration time (s)

ΔE - energy range of the measurements (KeV)

δ - duty cycle

The F_m values calculated using the B values obtained from the two methods, at different energy ranges, are shown in Figure 7. The results were obtained for $K=3$, $T_s=18000$ s (5 hours) and $\delta=0.2$.

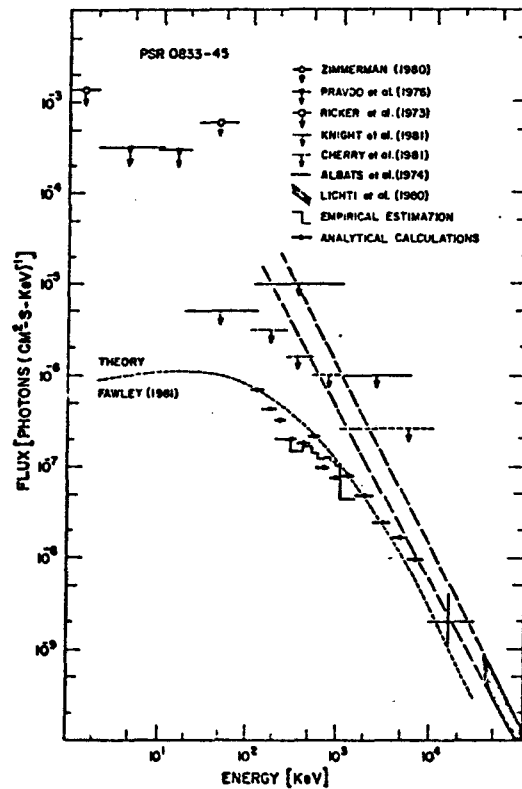


FIG. 7. Comparison between the sensitivities of the detection assembly and the upper limit fluxes observed by several authors for the PSR 0833-45 (Vela) pulsar.

A comparison between these results and the flux upper limits of the PSR 0833-45 (Vela) pulsar reported by several authors (Pravdo & Serlemitsos, 1981; Zimmerman, 1980; Ricker et al., 1973; Knight, 1981; Cherry et al., 1981; Albats et al., 1974; Lichti et al., 1980) shows that the "PULSAR" experience is 10 times more sensitive than the presently known instruments in the energy range 0.1-1.0 MeV.

This sensitivity improvement will allow a verification of the theoretical predictions (Fawley, 1978) that foresee an extinction of the source emission in the X-ray energy domain.

V. CONCLUSIONS

Among the 350 known radio-pulsars (Manchester & Taylor, 1977 and 1981), only PSR 0531 + 21 (Crab) and PSR 0833-45 (Vela) have been identified as γ -ray emitter pulsars (Kanbach et al., 1977; Kniffen et al., 1977). The Vela observations in the energy range 0.1-1.0 MeV are limited by the relatively low sensitivities of the available detectors. The main goal of the "PULSAR" project is to improve the γ -ray observations (0.1-1.0 MeV) of the pulsed emissions of these objects. For this purpose, it has been developed an on-board electronics to achieve better time resolutions in the data analysis. We shall be able to achieve a detection sensitivity of 3.7×10^{-7} photons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{KeV}^{-1}$ in the energy range 0.1-0.5 MeV and 4.5×10^{-8} photons $\text{cm}^{-1} \text{s}^{-1} \text{KeV}^{-1}$ in the energy range 1.0-5.0 MeV, for 5 hours integration time at 5 g cm^{-2} atmospheric depth, with 3σ statistical significance.

REFERENCES

- Albats, P.; Frye, G.M. Jr.; Thomson, G.B. 1974, *Nature*, 251, 400.
- Bennett, K.; Bignami, G.F.; Bonnardeau, M.; Buccheri, R.; Hermsen, W.; Kanbach, G.; Lichti, G.G.; Mayer-Hasselwander, H.A.; Paul, J.A.; Scarsi, L.; Stiglitz, R.; Swanenburg, B.N.; Wills, R.D. 1977, *Astron. Astrophys.*, 56, 469.
- Cherry, M.L.; Dunphy, P.P.; Chupp, E.L.; Forrest, D.J.; Ryan, J.M. 1981, in "Proc. 17th I.C.R.C.", Paris, 13-25 July, 1981, XG 1.2-5, p. 17.
- Fawley, W.M. 1978, Ph. D. Thesis, University of California, Berkeley.
- Jayanthi, U.B.; Martin, I.M.; Braga, J.; Neri, J.A.C.F.; Jardim, M.V.A.; Rao, K.R. 1983, INPE-2907-PRE/421, submitted to "Revista Brasileira de Física".

- Kanbach, G.; Bennett, K.; Bignami, G.F.;
Boella, G.; Bonnardeau, M.; Buccheri, R.;
D'Amico, N.; Hermsen, W.; Higdon, J.C.;
Lichti, G.G.; Masnou, J.L.; Mayer-
Hasselwander, H.A.; Paul, J.A.; Scarsi,
J.L.; Swarrenburg, B.N.; Taylor, B.G.;
Wills, R.D. 1977, in "Proc. 12th ESLAB
Symp.", Frascati, Italy, 24-27 May, 1977,
Esa SP-124, p. 21.
- Kniffen, D.A.; Fichtel, C.E.; Hartman, R.C.;
Lamb, R.C.; Thompson, D.J. 1977, in
"Proc. 12th ESLAB Symp.", Frascati, Italy,
24-27 May, 1977, ESA SP-124, p. 45.
- Knight, F.K. 1981, Ph. D. Thesis, Univer-
sity of California, San Diego.
- Lamb, R.C. 1978, *Nature*, 272, 429.
- Lichti, G.G.; Buccheri, R.; Gerardi, G.;
Caraveo, P.; Hermsen, W.; Swanenburg,
B.N.; Kanbach, G.; Mayer-Hasselwander,
H.A.; Masnou, J.L.; Paul, J.A. 1980, in
"Non-Solar Gamma-Rays", Oxford, Pergamon
Press Ltd., p. 49.
- Manchester, R.N.; Taylor, J.H. 1977, *Pulsars*.
Manchester, R.N.; Taylor, J.H. 1981, *Pulsar
list*.
- Mandrou, P. 1979, Ph. D. Thesis, Université
Paul Sabatier, UPS-872.
- Masnou, J.L.; Bennett, K.; Bignami, G.F.;
Buccheri, R.; Caraveo, P.; D'Amico, N.;
Hermsen, W.; Kanbach, G.; Lichti, G.G.;
Mayer-Hasselwander, H.A.; Paul, J.A.;
Swarrenburg, B.N.; Wills, R.D. 1977, in
"Proc. 12th ESLAB Symp", Frascati, Italy,
24-27 May, 1977, ESA SP-124, p. 33.
- Massaro, E.; Salvati, M. 1977, in "Proc.
12th ESLAB", Frascati, Italy, 24-27 May;
1977, ESA SP-124, p. 75.
- Pravdo, S.H.; Becker, R.H.; Boldt, E.A.;
Holt, S.S.; Rothschild, R.E.; Serlemitsos,
P.J.; Swank, J.H. 1976, *Ap. J. Lett*,
208, L67.
- Pravdo, S.H.; Serlemitsos, P.J. 1981, *Ap.
J.*, 286, 484.
- Ricker, G.R.; Gerassimenko, M.; McClintock,
J.E.; Ryckman, S.G.; Lewin, W.H.G. 1973,
Ap. J. Lett., 186, L111.
- Willett, J.B.; Ling, J.C.; Mahoney, W.A.;
Jacobson, A.S. 1978, in "Proc. Symp.
Gamma-Ray Spectroscopy in Astrophysics",
ed. T.L. Cline and R. Ramaty, NASA TM
79619, p. 450.
- Zimmerman, H.U. 1980, *Astron. Astrophys.*,
88, 309.