

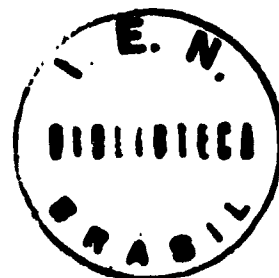
BR892 1995

NOTA TÉCNICA
IEAv/ NT- 05/84

16.04.84

DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS APLICATIVOS PARA REDUÇÃO
E ANÁLISE DE DADOS EXPERIMENTAIS NA ÁREA DE FÍSICA NUCLEAR

por



Jarbas L. Cardoso Jr., Hugo R.Schelin, Berenice J.K.C.Lemos,
Elisa H.Tanaka*, Angela T.C.G.Castro*

CTA-IEAv-NT--05/84

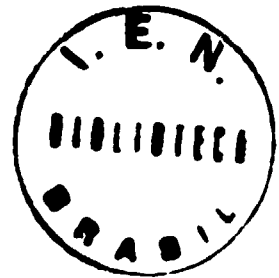
Centro Técnico Aeroespacial
Instituto de Estudos Avançados
Rodovia dos Tanolios, Km 5,5
12.200-São José dos Campos - SP
Brazil

* Endereço atual - EMBRAER S/A - ^{SJ Campos} ~~JC Campos~~.

RESUMO

Descreve-se diversos sistemas aplicativos para redução e análise de dados experimentais desenvolvidos e/ou implantados no sistema CYBER 170/750 do IEAv/CTA. É dada uma breve descrição sobre os modos de aquisição de dados e as reduções necessárias para a análise. São dadas informações sobre as finalidades, utilização e acesso aos códigos.

ABSTRACT



Several application systems for reduction and analysis of experimental data are described. These codes were developed and/or implanted in the IEAv/CTA CYBER 170/750 system. A brief description of the experimental data acquisition modes and the necessary reduction for analysis is given. Information on the purposes, uses and access of the codes are given.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de aquisição de dados experimentais, nos modernos laboratórios de Física Nuclear, tem o "hard are", o "software" e o "firmware" (para aquisição e redução) geralmente desenvolvidos nos próprios laboratórios devido às peculiaridades de cada um.

Este trabalho tem como objetivo descrever diversos sistemas aplicativos para redução e análise de dados experimentais que foram desenvolvidos e/ou implantados no sistema CYBER 170/750 do IEAv/CTA. Alguns dos programas de redução de dados, implantados, foram cedidos pelo grupo SEMA do Laboratório Pelletron (Departamento de Física Nuclear, Instituto de Física, Universidade de São Paulo). Outros programas, também implantados, foram cedidos por diversos pesquisadores de vários laboratórios, inclusive do exterior.

Os autores desenvolveram e/ou implantaram os programas, descritos no item 3, seguindo principalmente duas diretivas: i) aumentar o acervo de códigos para análise de dados e ii) desenvolver códigos de redução de dados para as atividades na área de Física Nuclear Experimental (principalmente Física de Nêutrons).

No item 2 são dados dois exemplos sobre os processos de aquisição e de redução de dados. No item 3 são descritos os vários códigos, suas finalidades e limitações e formas de acesso. São dados também os autores de cada código. Os manuais completos podem ser encontrados com os autores desse trabalho. Todos os programas (fonte) estão gravados em fitas magnéticas de acesso público (EA4047 e EA4060) e no "multifile" MUIARQ/UN = IEAFE01 (em objeto). O conteúdo desses arquivos está descrito no Apêndice. A maioria dos programas estão escritos em FORTRAN 5 e adaptados para o sistema operacional NOS 2.1 do CYBER.

Os autores agradecem a colaboração recebida de A.P.Teles (Laboratório Pelletron) e F.L.Chung e E.D'Ippolito (CPD/IEAv).

2. AQUISIÇÃO E REDUÇÃO DE DADOS

Há basicamente duas maneiras pelas quais pode-se fazer aquisição de dados experimentais: modo multicanal e modo fila. A escolha entre os dois depende, evidentemente, do planejamento da experiência. O modo multicanal baseia-se na medida de apenas um parâmetro (p.ex. energia) enquanto que o modo fila é um sistema de aquisição multiparamétrico (p. ex. medidas em coincidência). A ref. 1 descreve detalhadamente esses dois modos de aquisição. Como ilustração, a fig. 1 mostra um esquema típico de um arranjo experimental, da montagem eletrônica e o espectro resultante utilizando o modo multicanal⁽²⁾, a fig. 2 mostra um outro arranjo que utiliza o modo fila⁽³⁾. A eletrônica para a aquisição, nos casos citados, está conectada a um mini-computador HONEY-WELL DDP-516 através de uma matriz de fiação lógica. As informações da memória do DDP-516, são transferidas em blocos para o disco no computador IBM 360/44 e daí, para fitas magnéticas para posterior redução e análise dos dados "fora de linha". Essas ilustrações estão baseadas no sistema de aquisição de dados experimentais existente no Acelerador Pelletron (DFN/IF/USP). Essa particularização (sem prejuízo do geral) é bastante útil, visto que aquisição e redução de dados estão correlacionadas. Nesse laboratório o sistema de aquisição de dados é denominado "SADE III". Ele permite, através de um painel de funções e outros comandos intrínsecos, efetuar operações em linha sobre os espectros exibidos no monitor⁽⁴⁾.

A redução dos dados obtidos em modo multicanal como, por exemplo, o espectro mostrado na fig. 1.c, consiste, primeiramente, na identificação dos picos, cálculos de área dos picos e a transformação do eixo dos tempos em eixo das energias e, em segundo lugar, cálculo da eficiência na detecção de nêutrons e cálculo das seções de choque experimentais que serão a base dos dados para posterior análise⁽²⁾. A fig. 3 mostra, esquematicamente, a redução de dados obtidos em modo fila, que consiste, primeiramente, em "compactar" as in

formações contidas nas fitas magnéticas (fig. 2.b). Como a aquisição é feita evento por evento, a ordenação e contagem de eventos iguais é feita usando-se as rotinas de SORT e MERGE chamadas pelo código COMPAC^(4,5). Após a compactação são traçadas poligonais nos espectros multiparamétricos e a região assinalada é projetada sobre um dos eixos; o processo se repete até obter-se um espectro simples. A fig. 2.c ilustra as diversas etapas desse processo e a fig. 3 mostra o esquema de redução, tomada e análise dos dados.

3. OS PROGRAMAS APLICATIVOS

As finalidades e as limitações de cada programa são descritas sucintamente. São citados os autores de cada código, bem como os responsáveis pela implantação. As instruções detalhadas para uso de cada código podem ser encontradas com os autores desse trabalho.

A maneira mais fácil e rápida de acessar os programas é através do "MULTIFILE" MUIARQ/UN-IEAFE01 (de acesso direto), cujo conteúdo está descrito na Apêndice. Para cada código (objeto) existe um arquivo de dados para teste com saída típica. O procedimento, via "batch", para acesso aos arquivos é o seguinte:

```

.
.
.
ATTACH, MUIARQ/UN-IEAFE01
-, MUIARQ
.
.
.
Número dos "files" desejados.
.
.
.

```

Os números e as particularidades para sua utilização estão descritos junto às explicações sobre cada código.

3.1 - Programas de Cinemática de uma Reação

REAKIN - Calcula a cinemática (não relativística) para uma reação do tipo $A(a,b)B$, no sistema laboratório (lab) de acordo com o ilustrado na ref.6. Dados de entrada: reação (1º cartão); "NAMELIST" (2º cartão), valor do Q da reação para o estado fundamental, até 9 níveis excitados do núcleo residual, energia inicial e final do projétil (para o "looping"), incremento desejudo, massas atômicas (u.m.a.). O programa calcula as energias (MeV) da partícula emitida em função da energia de bombardeio e dos ângulos (de 0° a 180° em intervalos de 10°). Calcula também o Q da reação para cada nível. Para maiores detalhes ver ref. 7.

Autores: E.Farrelly Pessoa e R.A.Douglas. A implantação e algumas mudanças foram feitas por J.L.Cardoso Jr. Acesso:

```
.
.
.
1,2/
REAKIN, DDREAK
.
.
.
```

HEEWEE - Calcula a cinemática (relativística e não relativística) para uma reação do tipo $A(a,b)B$, nos sistemas laboratório (lab) e centro de massa(cm). Dados de entrada: "NAMELIST", massas das partículas envolvidas na reação (u.m.a.), número atômico, Q da reação (estado fundamental), energias inicial e final, em MeV, do projétil (lab), incremento na energia, ângulos inicial e final, de espalhamento, em graus, incremento no ângulo, controle de opções de cálculo e energia de excitação. A saída são tabelas contendo ângulos(lab) e cm) e energia (lab) da partícula emitida, jacobiano de transformação lab - cm, perda de energia no alvo (MeV. cm^2/mg), energia do núcleo residual (lab), ângulo de recuo (lab), ângulo ótimo do alvo, etc.

Existe um programa GRAFI (desenvolvido por E.H.Tanaka) que rearranja os dados do HEEWEE para serem usados no código PPFT⁽⁸⁾, para traçar gráficos.

Autores: D.Hondrie e R.W.West (Universidade de Washington). A implantação foi feita por B.B.K.C.Lemos e J.L.Cardoso Jr. Acesso:

.
.
.
3,4,5/
HFEWEE, DDHW, XX
.
.
.
REWIND,*
.
.
.
GRAFI,,XX
.
.
.

CITRICO - Calcula a cinemática (não relativística) no lab para uma reação a três corpos, do tipo $A(a,b) B(c)C$. Uma reação a três corpos consiste na colisão entre duas partículas iniciais e a produção de três partículas finais. A baixa energia, o mecanismo principal pelo qual uma reação desse tipo ocorre é através da formação de um estado intermediário. O programa calcula a energia cinética (lab) das partículas c e C , o ângulo de espalhamento de C e as energias cinética de b , c , C e de excitação, de B e C e o ângulo de recuo de 3 estados intermediários.

Autor: E.Frota da Silveira (PUC-RJ). A implantação foi feita por J.L.Cardoso Jr. Acesso:

.
.
.
6,7/
CITRICO, DDCIT
.
.
.

FENTES - Calcula a cinemática de uma reação a três corpos. A primeira partícula é detetada em um ângulo fixo (dado de entrada) e a segunda é detetada em um detetor sensível a posição (DSP) em um ângulo central fixo (dado de entrada). O programa calcula os ângulos sólido e de espalhamento, abertura angu

lar, para geometrias planas e circular, nos referenciais lab e cm, bem como o jacobiano de transformação. Os cálculos são feitos para cada uma das fendas do DSP. Pode também fazer a cinemática de uma reação a dois corpos, sendo que o núcleo residual é detetado no DSP.

Autor: E.Frota da Silveira (PUC-RJ). A implantação e modificações foram feitas por J.L.Cardoso Jr. Acesso:

.
.
.
8,9/
FENTES, DDFENTE
.
.
.

3.2 - Programas de Apoio

ARRANJO - Esse programa calcula a geometria de um dado arranjo experimental ou seja, calcula o ângulo sólido, abertura angular, área sensível de um DSP, área de sombra devido a paradores de feixe em detecção a zero grau, área das fendas, posição de colimadores, etc. Pode-se dessa maneira escolher rapidamente (de modo iterativo) o melhor arranjo para uma dada experiência.

Autor: J.L.Cardoso Jr. Acesso:

.
.
.
10,11/
ARRANJO, DDARR
.
.
.

SELETOR - Esse programa calcula a linha de Yrast e a seletividade de uma reação em popular níveis de spin elevado⁽³⁾. Foi desenvolvido com base na teoria exposta na ref. 9. Esses dados são úteis para uma escolha preliminar de núcleos para experiências de espectroscopia nuclear e em modo iterativo pode-se escolher qual a energia ótima.

Autor: J.L.Cardoso Jr. Acesso:

.

.

.

12,13/

SELETOR, DDSEL

.

.

.

MCARLON - Esse programa calcula a eficiência de detecção de nêutrons em cintiladores orgânicos usando o método de Monte Carlo. O programa leva em conta muitos dos mecanismos que contribuem para a eficiência. A medida de eficiência pode ser feita no intervalo de energia entre 1 e 170 MeV e com o limite para a detecção de nêutrons entre 0.1 e 22.0 MeVee (energia equivalente do elétron em MeV). A ref. 10 descreve detalhadamente o programa.

Autores: K.Nakayama, E.Farrelly Pessoa, R.A.Douglas. A implantação foi feita por: A.T.C. G.Castro e W.R.Wylie. Acesso:

.

.

.

14,15/

MCARLON, DDMC

.

.

.

ENTOF - Esse programa converte um espectro de tempo de voo em um espectro de energia, ou seja, uma correlação entre o número de nêutrons e o tempo de chegada no detetor, para uma correlação entre o número de nêutrons e o tempo de chegada no detetor para uma correlação entre o número de nêutrons e a energia dos nêutrons. A listagem de saída do programa é acompanhada do espectro modificado. O espectro de tempo de voo pode ser lido de uma fita ou de cartões ou de um disco.

Autores: E.Farrelly Pessoa e R.A.Douglas⁽⁷⁾. A implantação foi feita por H.R. Schelin e B.J.K.C.Lemos, Acesso:

.
 .
 .
 16,17/
 ENTOF, ESPEC

3.3 - Programas de Redução de Dados e Ajuste de Curvas

SPECOR - Esse programa subtrai o espectro de fundo, devido o suporte do alvo, do espectro da reação, canal por canal. A entrada pode ser por fita, disco ou cartão. O espectro resultante aparece na listagem de saída. No caso do exem plo, citado abaixo, o espectro resultante terá zero contagem em todos canais. Autores: E.Farrelly Pessoa e R.A.Douglas⁽⁷⁾. A implantação foi feita por B.J.K.C. Lemos e H.R.Schelin. Acesso:

.
 .
 .
 17,17,19/
 COPY, ESPEC, SPK
 REWIND,*
 SPECOR, DDCOR, ESPEC, SPK

PKFT - Esse programa fornece um ajuste gaussiano para o máximo de 3 picos si multaneamente. Os parâmetros de pico (número do canal, largura a meia altu ra, máxima contagem do pico) podem ser tomados dos espectros (de modo iterati vo). A forma do pulso pode ser escolhido como sendo linear, parabólica ou constante. As áreas resultantes são calculadas e apresentadas com os valores de χ^2 por grau de liberdade para os vários ajustes. Os espectros originais e as curvas de ajustes saem impressas.

Autores: E.Farrelly Pessoa, e R.A.Douglas⁽⁷⁾. A implantação foi feita por B.J.K.C.Lemos e H.R.Schelin. Acesso:

.
.
.
17,20,21

PKFT, DDPKFT, ESPC

.
.
.

SUMSPC - Esse programa calcula e imprime a soma e a soma acumulada das contagens para um número pré-escolhido de canais. Imprime também o gráfico resultante na forma linear, quadrática ou logarítmica. Existem duas saídas possíveis: em uma o número máximo de contagem é escolhido pelo programa a partir dos dados, na outra o número máximo de contagens pode ser selecionado arbitrariamente permitindo, desse modo, que detalhes de regiões do espectro sejam ampliados. As áreas dos picos são obtidas pela diferença de dois números. Autores: E.Farrelly Pessoa e R.A.Douglas⁽⁷⁾. A implantação foi feita por B.J.K.C.Lemos e H.R.Schelin. Acesso:

.
.
.
17,22,23/

SUMSPC, DDSUMS, ESPEC

.
.
.

AJUSTE - Ajusta as formas dos picos de um espectro através de uma função que pode ser uma distribuição gaussiana, lorentziana, ou ainda, uma mistura das duas. O programa leva em conta as assimetrias dos picos incluindo na função a derivada de uma gaussiana. O programa também ajusta o fundo sob os picos através de uma reta, ou de uma parábola, ou de uma hipérbole que é subsequentemente subtraído do cálculo da área. As áreas são calculadas pelo procedimento padrão de minimização do χ^2 . O programa AJUSTE requer que os dados do espectro a ser analisado estejam em formato livre canal-contagem. O espectro ESPEC, no caso do exemplo citado abaixo está no formato 1018 (só contagens) fazendo com que seja necessário usar o programa PREPARA (desenvolvido por B.J.K.C.Lemos) para transformar esses dados.

Autor: J.D.Roger (UNICAMP). A implantação foi feita por H.R.Schelin, E.H. Tanaka e W.R.Wylie.

.
.
.
17, 24, 25, 26/
PREPARA, ESPEC, SPECT
REWIND,*
AJUSTE, DDJUS, SPECT

.
.
.
LEGEN1, LEGEN2 - São programas que ajustam curvas segundo uma combinação do polinômios de Legendre. O primeiro (LEGEN1) calcula até o polinômio de ordem 10. O segundo calcula até o polinômio de ordem 40. Esses programas são bem semelhantes, com vantagem do primeiro por ser mais rápido e suficiente para ajustar convenientemente dados experimentais. Os dados de entrada são os valores de χ^2 como função do número de graus de liberdade, número de ordem dos polinômios e os conjuntos de pontos experimentais a serem ajustados.

Autores: M.M.Coimbra (LEGEN1), W.Seale (LEGEN2), ambos do IF/USP. A implantação foi feita por J.L.Cardoso Jr. O LEGEN1 é o arquivo de nº 27 e o LEGEN2 o de nº 28, do "MULTIPLE" MUIARQ.

LEGEND - Programa para cálculo de polinômios de Legendre até 20ª ordem, aplicados a dados experimentais do tipo correlação angular partícula-partícula⁽³⁾. Ele pode gerar dados para outros programas.

Autor: E.Frota da Silveira. A implantação foi feita por J.L. Cardoso Jr. Esse programa é o arquivo de nº 29 do "multifile" (não tem dados de entrada).

3.4 - Programas de Análise

HAUSER - O programa calcula as seções de choque do núcleo composto pelo método de Hauser-Feshbach. Os coeficientes de transmissão podem ser lidos diretamente quando conhecidos e calculados por um programa de modelo óptico. A interação spin-orbita não é considerada. O programa leva em conta a flutuação

dos níveis do núcleo composto, multiplicando a seção de choque de Hauser-Feshbach pelo fator de flutuação de níveis, supondo que a distribuição de níveis seja de Porter-Thomas. Finalmente o programa corrige para os níveis no contínuo, supondo uma densidade de níveis dada por Gilbert-Cameron⁽¹¹⁾.

Autor: D.Wilmore (adaptação Max Coenhca, IF/USP). A implantação foi feita por B.J.K.C.Lemos e H.R.Schelin. Acesso:

.
.
.
30,31/
HAUSER, DDHAUS
.
.
.

DWUCK4 - O programa calcula as seções de choque diferenciais de espalhamento através do método de Born de aproximação para ondas distorcidas (DWBA). As ondas incidentes e emergentes podem estar em qualquer combinação de partículas de spin 0, 1/2 ou 1. As partes dependentes de spin dos potenciais ópticos para ondas distorcidas devem ser diagonais nos momentos angular total e orbital. Os cálculos são feitos em uma forma de alcance zero entre as coordenadas das ondas incidente e emergente. As reações de transferência de partícula podem ser tratadas nesse programa em uma aproximação de energia local e para efeitos de alcance finito. Todavia reações dos tipos "stripping" de partículas pesadas e "knock-on" não podem ser tratadas visto que os efeitos de alcance infinito, para esses casos, são importantes mas que não estão incluídos no programa.

Autor: P.D.Kunz - A implantação foi feita por B.J.K.C.Lemos, H.R.Schelin, J.L.Cardoso Jr. Acesso:

.
.
.
32, 33/
DWUCK4, DDWUCK
.
.
.

DWBA76 - Esse programa calcula seções de choque, polarizações, assimetrias e amplitudes de "spin flip" usando o método DWBA, para espalhamento inelástico de partículas com spin zero ou 1/2, ou reações envolvendo troca de carga. O programa utiliza a descrição microscópica do núcleo alvo sendo que efeitos de troca podem ser incluídos. O código foi escrito em um formalismo de helicidade em vez do esquema LSJ usual. O potencial nuclear é tratado como uma superposição de potenciais de Yukawa e as componentes L.S. e tensorial podem ser consideradas. A análise, que pode ter até 35 componentes da função de onda, inclui a escolha da função de onda do tipo TDA ou RPA sendo que o isospin pode ser incluído. Trata-se de uma versão atualizada do código DWBA70⁽¹²⁾

Autores: R.Schaeffer, J.Raynal (CEN-Saclay). A implantação foi feita por B. J.K.C.Lemos e H.R.Schelin. Acesso:

.
.
.
34, 35/
DWBA76, DDWBA76

.
.
.

DEFLEX - Calcula a função deflexão clássica usando a aproximação WKB para as amplitudes de espalhamento nuclear. A saída contém gráficos da função calculada.

Autores: C.T.Yuen, F.I.A.Almeida (IFUSP). A implantação foi feita por J.L. Cardoso Jr. Acesso:

.
.
.
36, 37/
DEFLEX, DDFLEX

.
.
.

STATIS - Esse programa calcula as seções de choque total e diferencial para uma reação nuclear $A + B \rightarrow C + D$, sem restrições de spins, paridades ou núcleos envolvidos, usando o formalismo de Hauser - Feshbach para o modelo estatístico de formação do núcleo composto. O código foi feito para uma aplicação específica em reações com íons pesados, porém, não há nenhuma restrição para uso geral. O código está apto a calcular as seções de choque para qualquer combinação de canais de entrada e saída para um dado sistema composto com mínimas mudanças nos dados de entrada. A seção de choque para uma certa energia de excitação do núcleo residual pode ser integrada sobre a densidade final de estados no núcleo residual. Os coeficientes de transmissão podem ser calculados internamente ou externamente usando um código de modelo óptico.

Autor: R.Stokstad (Oak Ridge National Laboratory). A implantação foi feita por E.H.Tanaka e J.L.Cardoso Jr.

.
.
.
28, 29/
STATIS, DDSTAT

.
.
.

OPTIQUE - Esse programa calcula a seção de choque (absoluta ou ainda pela seção de choque de Rutherford ou subtraído desta) em função do ângulo (cm) e/ou da energia (cm). O código usa um potencial de Wood-Saxon (dependência linear do potencial em relação a energia no centro de massa) para as interações real e imaginária. Pode usar também um potencial imaginário dependente em L ou usar um potencial complexo lido (entrada) em cada passo de integração. Pode apresentar gráficos das seções de choque em função do ângulo ou da energia. Pode ainda superpor no gráfico, as seções de choque experimentais lidas na entrada. Há dois OPTIQUE's. No OPTQ1, foi introduzida uma opção para calcular a seção de choque de reação através do método de soma das diferen

cas ⁽¹³⁾. Outras modificações tornaram este programa específico para aplicações em reações com íons pesados. O OPTQ2 é o código original, e já faz parte do acervo do CDC. Nas duas versões não consta subrotina (COU2) que é descrita no manual.

Autor: J.Raynal (CEN-Saclay). A implantação e modificações foram feitas por J.L.Cardoso Jr. e A.C.C.Villari. Acesso:

.
.
.
40, 42/
OPTQ1, DDOPT
.
.
.

MODOPT - Semelhante ao programa OPTIQUE porém, os coeficientes de transmissão são calculados mais precisamente e conseqüentemente os valores das seções de choque também são mais precisos.

Autor: J.M.Coenhca (IFUSP). A implantação foi feita por J.L.Cardoso Jr.

Acesso:

.
.
.
43, 44/
MODOPT, DOMAX
.
.
.

LILITA - Esse programa está baseado no modelo de decaimento em equilíbrio dos produtos primários de uma reação entre íons pesados e foi desenvolvido visando principalmente dois tipos de aplicações. A primeira é a medição da intensidade relativa de cada reação, dos espectros de energia e das distribuições angulares dos resíduos de evaporação e das partículas leves (alfas, prótons e nêutron) produzidos em uma reação entre íons pesados com a formação do núcleo composto. A segunda aplicação consiste em descrever o decaimento em equilíbrio dos fragmentos excitados produzidos em uma colisão a dois corpos como, por exemplo, reações quase-elásticas ou espalhamento fortemente inelástico

("deep inelastic"). O decaimento em equilíbrio dos produtos da reação é calculado usando o formalismo de Hauser - Feshbach juntamente com o método de Monte Carlo. Os resultados são dados no sistema laboratório com ou sem coincidência. O código pode gerar resultados nas formas de histogramas ou de evento por evento de acordo com a aplicação do usuário. O código faz uso de três arquivos de dados.

Autores: J.Gomez del Campo, R.G.Stokstad (Oak Ridge National Laboratory). A implantação foi feita por: B.J.K.C.Lemos e H.Dias. Acesso:

```
.
.
.
45, 46, 47, 48, 49/
RENAME, TAPE19=INPUT1, TAPE27=INPUT2, TAPE28=INPUT3
LDSET, PRESET=0
LILITA, DDLTA
.
.
.
```

HALFES - Esse programa usa o formalismo de Hauser-Feshbach aplicado ao método de correlação angular partícula-partícula. Calcula a população dos sub-estados magnéticos das partículas emitidas em relação a um eixo de quantificação arbitrário como, p.ex., o definido pelo núcleo de recuo. Permite determinar o spin dos estados excitados dos núcleos intermediários praticamente, independente do mecanismo de reação⁽³⁾. Esse programa gera um arquivo de dados que será utilizado pelo código CORRES que analisará as distribuições calculadas pelo HAUFES.

Autor: E.Frota da Silveira (PUC-RJ). A implantação foi feita por J.L.Cardoso Jr. Acesso:

```
.
.
.
50, 51, 52/
HAUFES, DDHFC
.
.
.
REWIND,*
```

.
.
.
CORRES
.
.
.

CORRELA - Esse programa usa o formalismo DWBA aplicado ao método de correlação angular partícula-partícula. Análogo ao HAUFES.

Autor: E.Frota da Silveira (PUC-RJ). A implantação foi feita por J.L.Cardoso Jr. **Acesso:**

.
.
.
53, 54/
CORRELA, DDCORA
.
.
.

4. CONCLUSÃO

Alguns programas de análise aqui descritos são semelhantes nos objetivos, porém, diferentes na maneira de produzir os resultados. Esses programas, em geral, foram desenvolvidos para ajudar na resolução de determinados problemas na Física Nuclear, foram feitos de forma mais geral possível permitindo amplas aplicações, embora, nem sempre produzindo bons resultados para todas as situações. É o caso, por exemplo, do STATIS e do HAUSER. Ambos calculam a seção de choque para a formação do núcleo composto. O programa HAUSER aplica-se melhor a reações nucleares a baixa energia, ou seja, os níveis excitados do núcleo composto estão na região discreta, enquanto que o STATIS opera melhor na região do contínuo. Outro caso é o do OPTIQUE e MODOPT. Os cálculos realizados pelo segundo são mais complexos e precisos que os realizados pelo primeiro, porém, em muitos casos, o OPTIQUE tem sido utilizado com sucesso⁽¹³⁾.

Os físicos experimentais encontrarão vários aplicativos que os auxiliarão no planejamento de experiências como ARRANJO, SELETOR, HEEWEE, CITRICO, etc. e também na redução de dados, como MARLON, AJUSTE, ENTOF, etc. Aliás o programa AJUSTE é um excelente programa de ajuste de curvas e cálculo de área de pico.

Os programas implantados, alguns bem recentes, outros já "clássicos", são os que constantemente saem citados em publicações internacionais e já testados exaustivamente. Os programas desenvolvidos também foram testados e estão sendo utilizados também em outros laboratórios. Os autores esperam que com este trabalho tenham contribuído para aumentar o acervo de códigos científicos proporcionando assim maiores facilidades às atividades experimentais.

REFERÊNCIAS

1. Nicholson, P.W. - "Nuclear Electronics" - John Wiley & Sons, London, 1974.
2. Schelin, H.R. et al - Instituto de Estudos Avançados, RP-IEAv-038/83, 1983.
Schelin, H.R. et al - Nucl. Phys. A414 (1984) 67.
3. Cardoso Jr., J.L. et al - "Annual Report - Nuclear Physics Department",
Universidade de São Paulo, 1982, p. 61.
4. Ferraretto, M.D. e Teles, A.P. - "Annual Report - Nuclear Physics
Department", Universidade de São Paulo, 1977, p. 68.
5. Dada as características atuais do sistema de aquisição de dados do Acel_e
rador Pelletron e considerando que esse sistema está sendo modificado, o
código COMPAC não foi implantado no CYBER.
6. Marion, J.B.; Young, F.C. - "Nuclear Reaction Analysis", North-Holland
Pub. 1968, Amsterdam, p. 141.
7. Farrelly Pessoa, E., Douglas, R.A., in "Annual Report, Nuclear Physics
Department, 1976, Universidade de São Paulo, p. 76-79.
8. Lemos, B.J.K.C.; Chung, F.L. - Nota Informal-IEAv - 10.11.80
9. Klapdor, H.V., Rosner, G.; Reiss, H.; Schrader, M. - Nucl. Phys.
A244(1975) 157.
10. Nakayama, K; Farrelly Pessoa, E., Douglas, R.A. - Nucl. Instr. Methods
190 (1981) 555.
11. Wilmore, D. - Atomic Energy Research Establishment, Harwell, 1966,
AERE-R 5053.
12. Petrovich, F. et al - Nucl. Phys. A 383 (1982) 355.
13. Hussein, M.S.; Nussenzveig, H.M., Villari, A.C.C.; Cardoso Jr., J.L.
Phys. Letters 114B (1982) 1.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1 - Esquema de um arranjo experimental e o sistema de aquisição de dados em modo multicanal. A fig. 1.a mostra a situação física para a reação $^{11}\text{B}(p,n)^{11}\text{C}$. A fig. 1.b a eletrônica e o sistema de aquisição de dados. A fig. 1.c mostra um espectro típico. Ver ref. 2.

Figura 2 - Esquema de um arranjo experimental e o sistema de aquisição de dados em modo multiparamétrico. A fig. 2a mostra a situação física para a reação $^{12}\text{C}(^{15}\text{O},\alpha)^{20}\text{Ne}$. A fig. 2.b a eletrônica e o sistema de aquisição de dados. São 4 parâmetros: E_1 , E_2 , P_2 , E_2 , e $T_1 - T_2$. A fig. 2.c mostra espectros multiparamétricos típicos e as subsequentes reduções. A fig. 2.c.1 mostra o espectro biparamétrico $E_1 \times E_2$ para um certo P ; a fig. 2.c.2 mostra o espectro $(T_1 - T_2) \times E_2$ em coincidência com E_1 ; a fig. 2.c.3 mostra o espectro $E_2 \times P_2 \times E_2$ em coincidência com E_1 (as faixas correspondem a fendas colocadas em frente ao detector) e a fig. 2.c.4 mostra um espectro de E_2 , em coincidência com E_1 e para um dado P_2 , que foi obtido projetando-se no eixo E_2 a região assinalada na fig. 2.c.1. Ver ref. 3 e as referências ali citadas.

Figura 3 - Diagrama de blocos para a redução dos dados obtidos em modo fila. Ver ref. 3.

APENDICE
LISTAGEM DOS PROGRAMAS

Descrição do conteúdo das fitas magnéticas EA4047 e EA4060 e do
"Multifile" MUIARQ (UN = IEAF01).

1. REAKIN - Cinemática de uma reação
2. DDREAK - Dados para o REAKIN (teste)
3. HEEWEE - Cinemática de uma reação
4. DDHW - Dados para o HEEWEE (teste)
5. GRAFI - Para fazer gráficos das tabelas dadas pelo HEEWEE
6. CITRICO - Cinemática de uma reação a três corpos
7. DDCIT - Dados para o CITRICO (teste)
8. FENTES - Cinemática de uma reação vista por um DSP
9. DDFENTE - Dados para o FENTES (teste)
10. ARRANJO - Cálculo de valores geométricos para um dado arranjo experi_ mental
11. DDARR - Dados para o ARRANJO (teste)
12. SELETOR - Cálculo da linha de Yrast e da seletividade de uma reação
13. DDESEL - Dados para o SELETOR (teste)
14. MCARLON - Cálculo da eficiência na detecção de nêutrons
15. DDMC - Dados para o MCARLON (teste)
16. ENTOF - Converte o espectro de tempo de voo em espectro de energia
17. ESPEC - Espectro de tempo de voo para teste do ENTOF
18. SPECOR - Subtração de espectros
19. DDCOR - Dados para o SPECOR (teste)
20. PKFT - Ajuste de curvas gaussianas e cálculo de área de picos
21. DDPKFT - Dados para o PKFT (teste)
22. SUMSPC - Calcula área de pico através da soma das contagens

- 23. DDSUMS - Dados para o SUMSPC (teste)
- 24. PREPARA - Modifica o formato dos dados de um espectro
- 25. AJUSTE - Ajuste de curvas e cálculo de área de picos
- 26. DDJUS - Dados para o AJUSTE (teste)
- 27. LEGEN1 - Ajuste de curvas por polinômios de Legendre
- 28. LEGEN2 - Ajuste de curvas por polinômios de Legendre
- 29. LENGEND - Cálculo de polinômios de Legendre
- 30. HAUSER - Cálculo da seção de choque para núcleo composto
- 31. DDHAUS - Dados para o HAUSER (teste)
- 32. DWUCK4 - Cálculo da seção de choque usando DWBA
- 33. DDWUCK - Dados para o DWUCK4 (teste)
- 34. DWBA76 - Cálculo da seção de choque usando DWBA
- 35. DDWBA76 - Dados para o DWBA76 (teste)
- 36. DEFLEX - Cálculo da função deflexão clássica
- 37. DDFLEX - Dados para o DEFLEX (teste)
- 38. STATIS - Cálculo da seção de choque para núcleo composto
- 39. DDSTAT - Dados para o STATIS (teste)
- 40. OPTQ1 - Modelo óptico e cálculo dos coeficientes de transmissão (modificado)
- 41. OPTQ2 - Modelo óptico e cálculo dos coeficientes de transmissão (original)
- 42. DDOPT - Dados para os OPTQ1 e OPTQ2 (teste)
- 43. MODOPT - Modelo óptico e cálculo dos coeficientes de transmissão
- 44. DDMAX - Dados para o MODOPT (teste)
- 45. LILITA - Cálculo da seção de choque usando Monte Carlo.
- 46. INPUT1 - Arquivo de dados para o LILITA
- 47. INPUT2 - Arquivo de dados para o LILITA
- 48. INPUT3 - Arquivo de dados para o LILITA
- 49. DDLITA - Dados para o LILITA (teste)

- 50. HAUFES - Hauser Feshbach para correlação angular
- 51. CORRES - usa dados fornecidos pelo HAUFES
- 52. DDHFC - Dados para o HAUFES (teste)
- 53. CORRELA - DWBA para correlação angular
- 54. DDCORA - Dados para o CORRELA (teste)

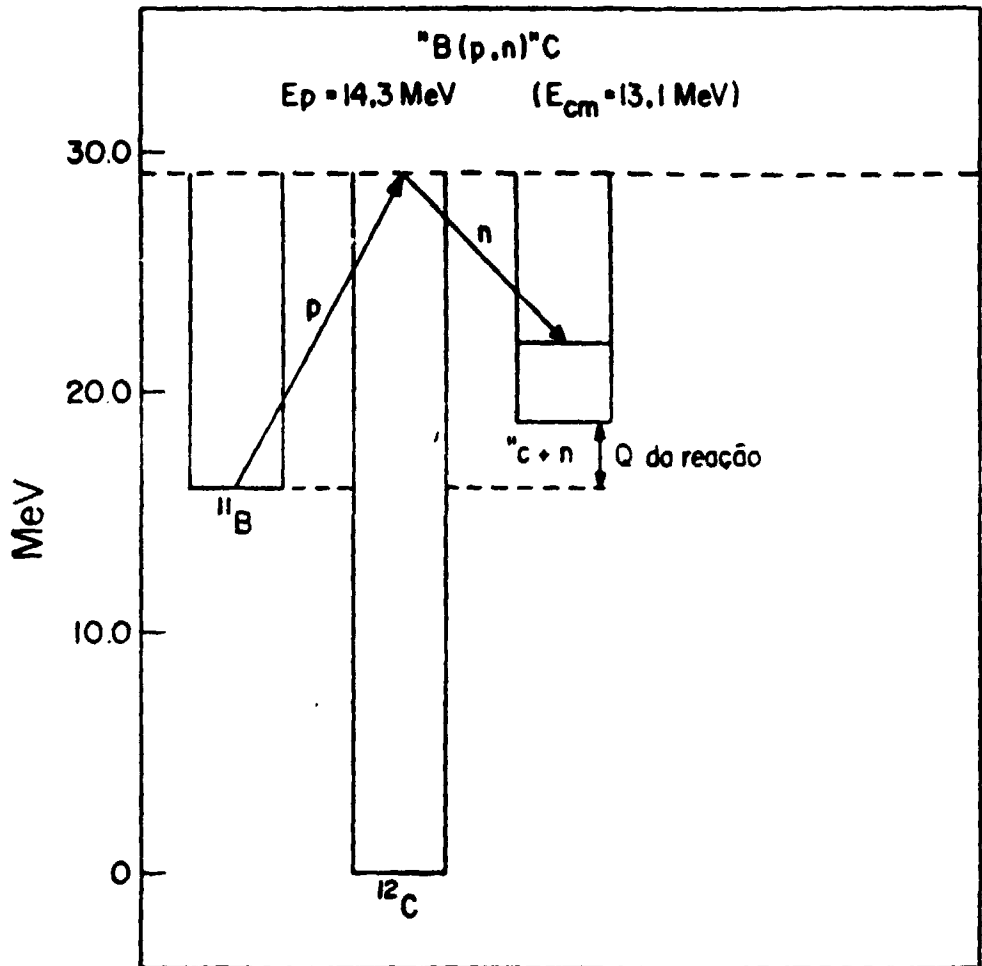


FIGURA 1.a

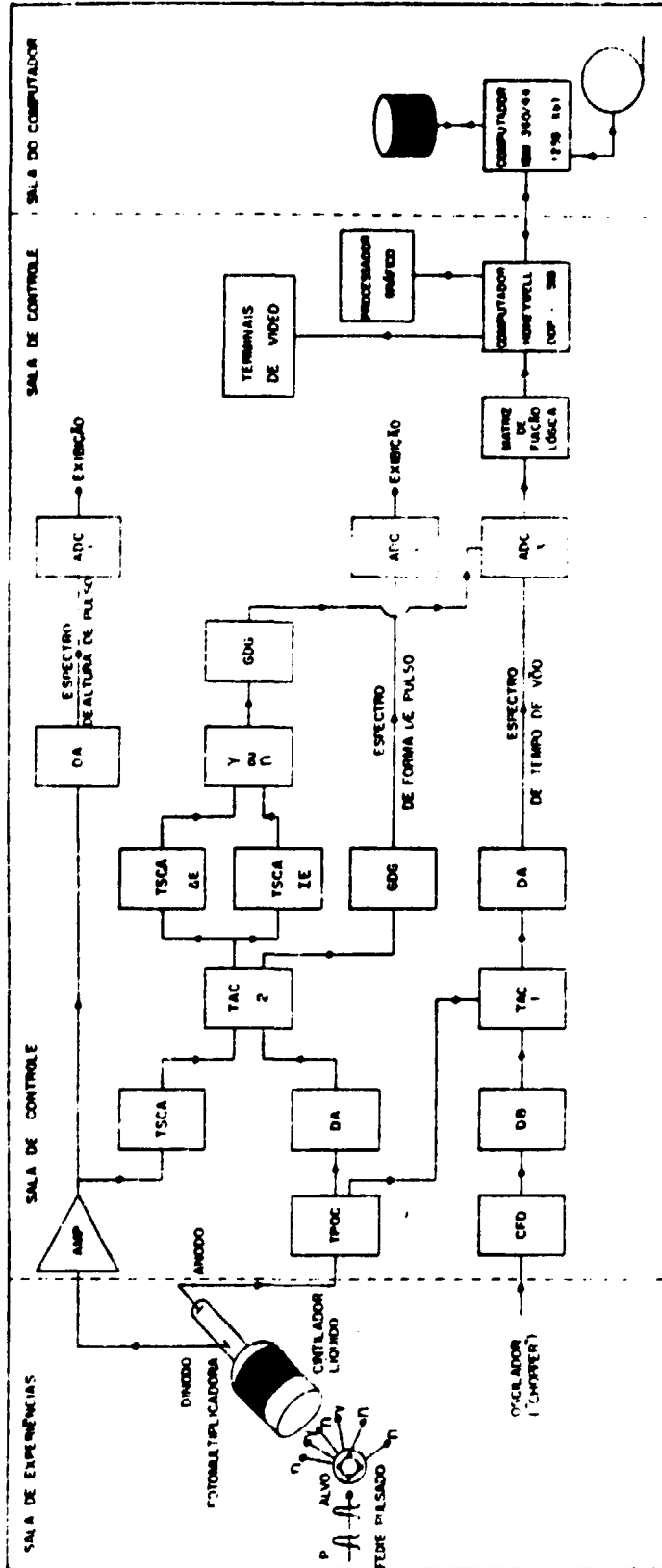


FIGURA 1 b

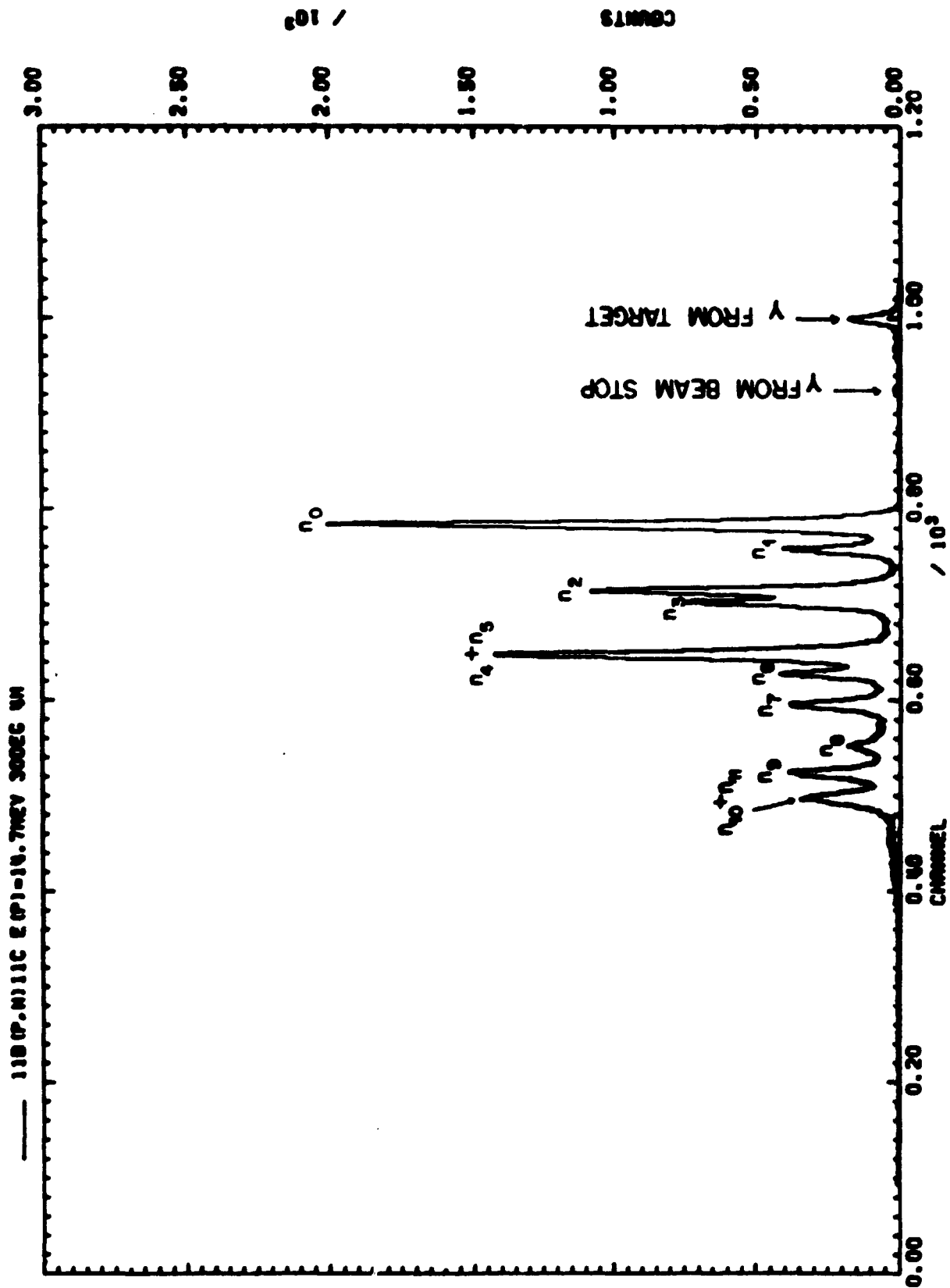


FIGURA 1.C

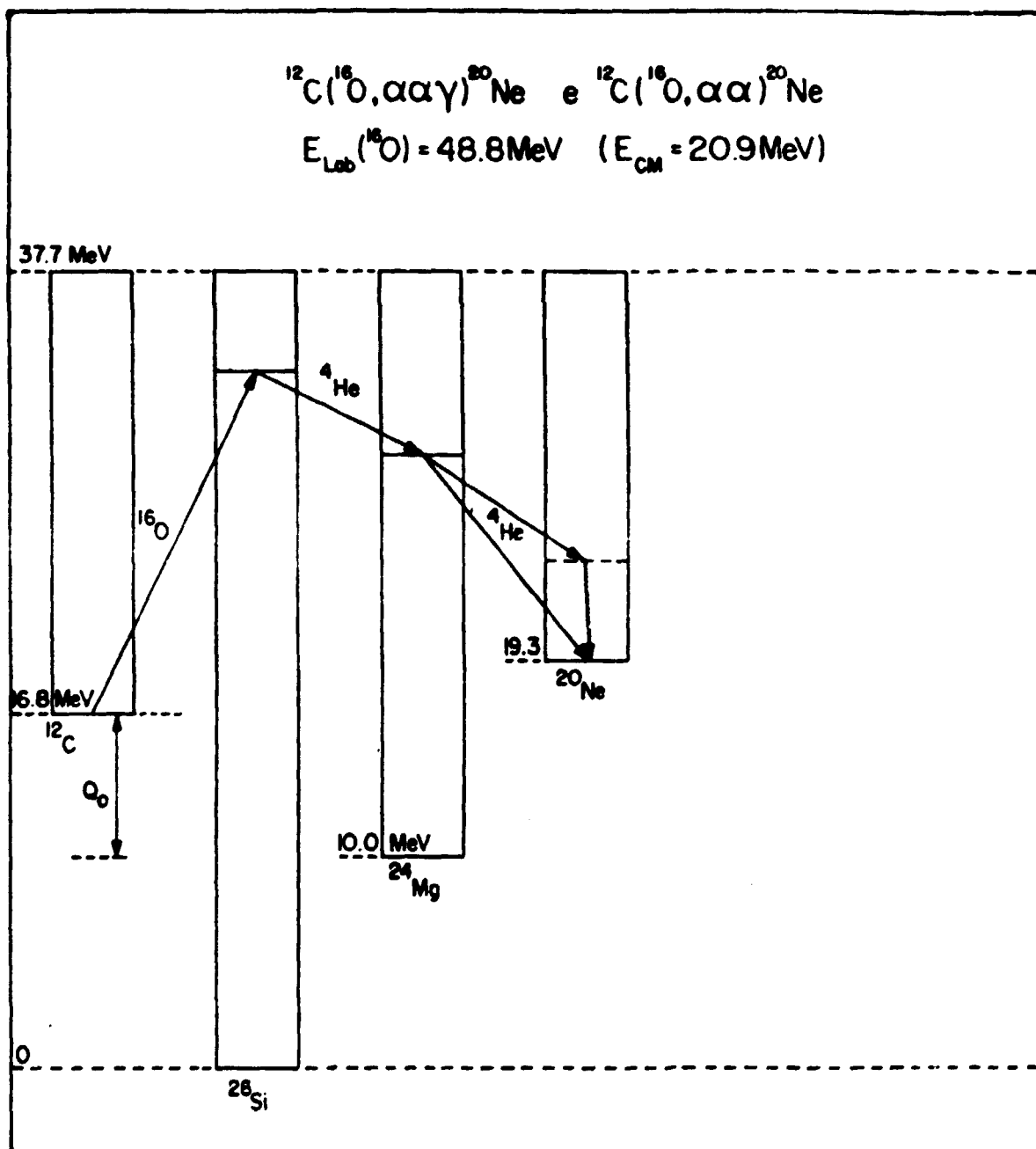


FIGURA 2.0

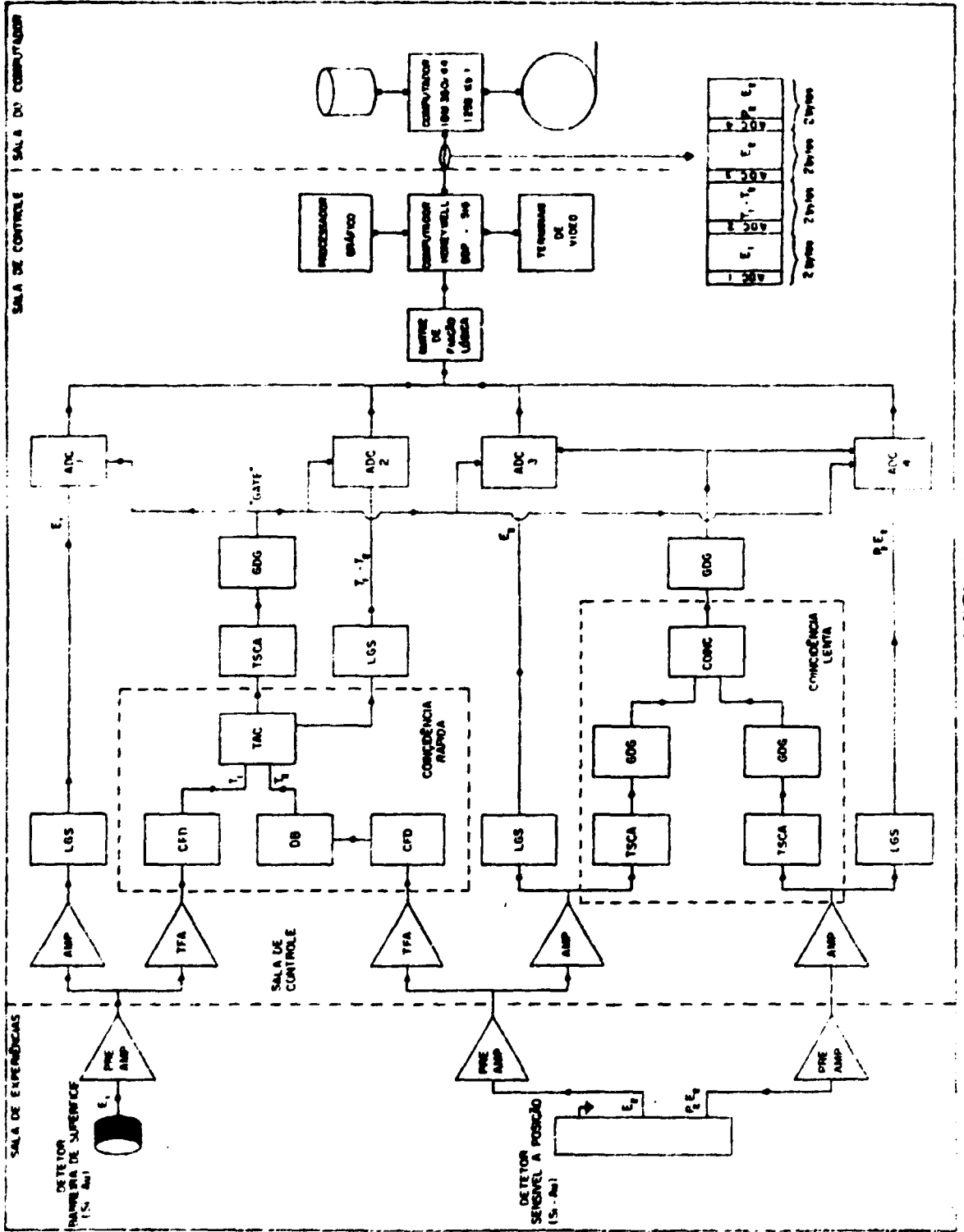


FIGURA 2.1

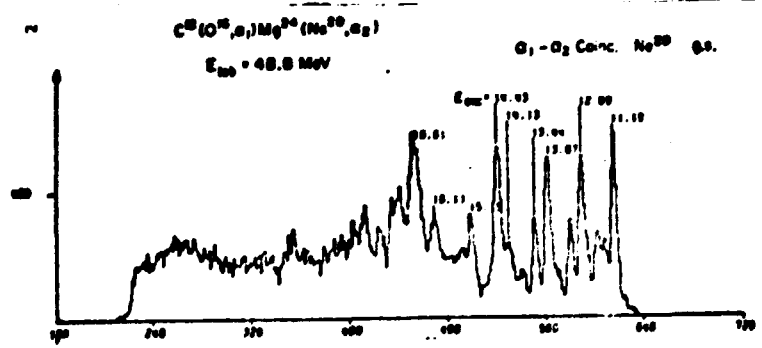
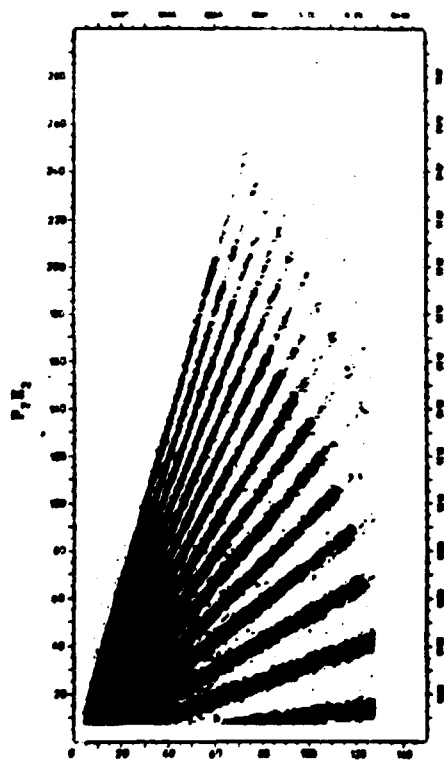
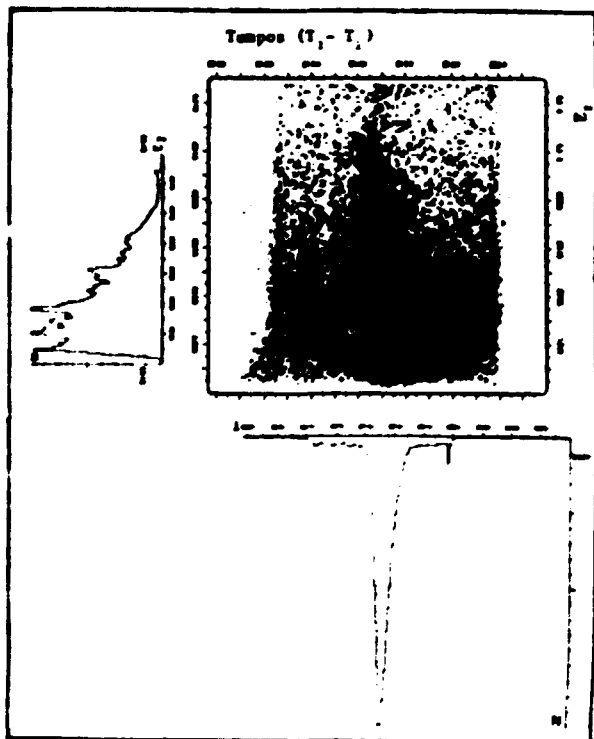


Fig. 2.c.3

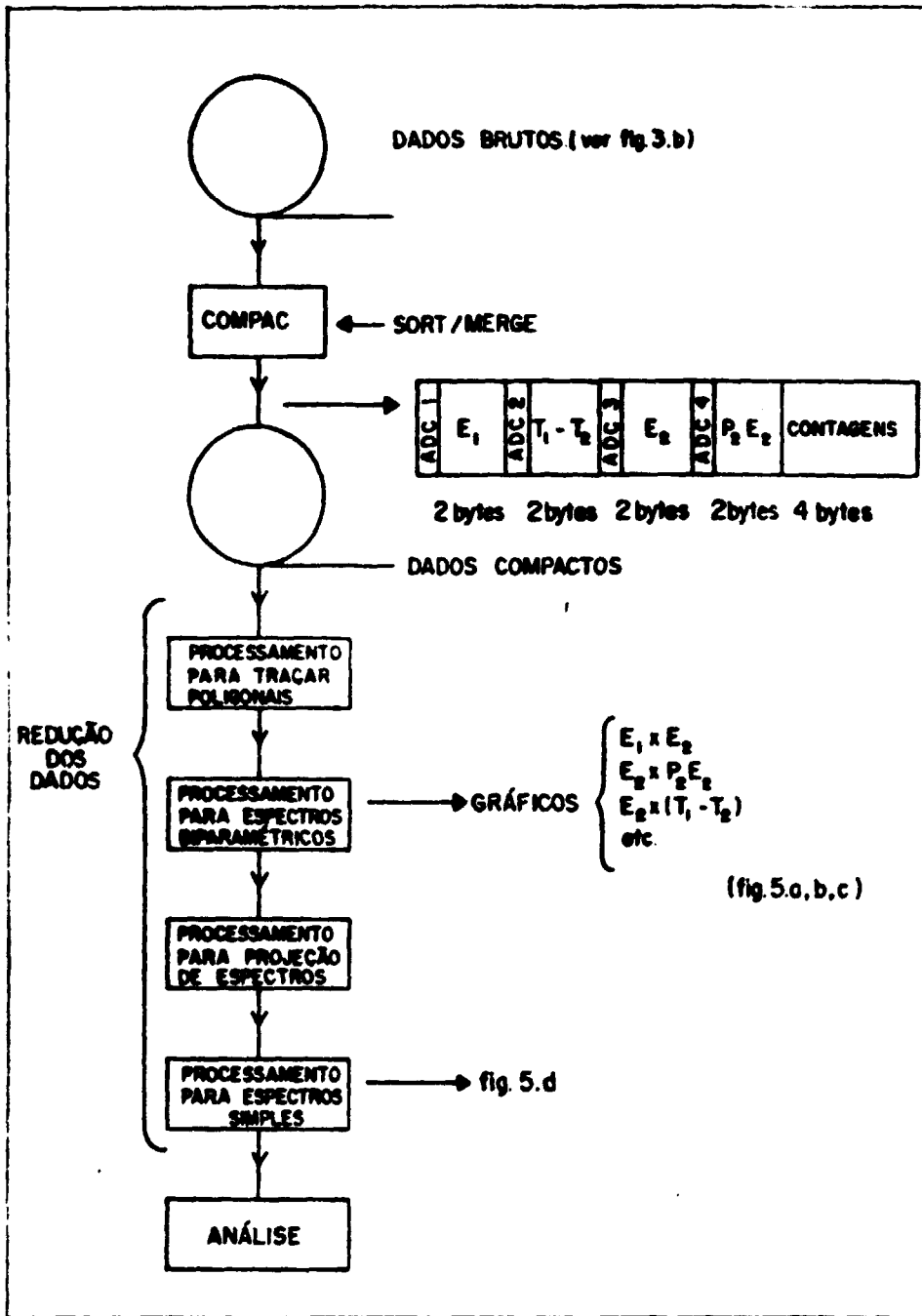


FIGURA 3