

Referências Bibliográficas

- [1] Macfarlane, R.D. From nuclei to nucleotides – The evolution of 252-Cf plasma desorption mass spectrometry. Texas: The Robert A. Welch Foundation Conferences on Chemical Research.; 285-306, 1984.
- [2] Cooks, R.G.; Beynon, J.H.; Caprioli, R.M.; Lester, G.R. Metastable ions. Netherlands: Elsevier Scientific Publishing Company, 1973. 245p.
- [3] Jalowy, T.; et. al. Dynamics of secondary ion emission: Novel energy and angular spectrometry. Nucl. Instr. and Meth. Phys. Res. B. V. 193: 762-767, 2002.
- [4] Brinkmalm, G. Sputtering of fullerenes and bioorganic molecules. Uppsala, 1992. 44 p. Monografia (Doctoral Dissertation) – Faculty of Science, Uppsala University, Sweden.
- [5] Menzel, C.; Baumfalk, R.; Zacharias, H. Angular and velocity distributions of small cluster fragments in neutral $(\text{NH}_3)_n$ scattering of LiF(100). Chem. Phys. V. 239: 287-298, 1998.
- [6] Zhomson, J.J. Rays of positive electricity and their application to chemical analyses. London: Longmans, Green and Co., 1913.
- [7] Aston, F.W. Mass spectra and isotopes. 7 ed. London: Edward Arnold and Co., 1942.
- [8] Meyerson, S. From black magic to chemistry in M.S. Anal. Chem. V. 66: 960A-964A, 1995.
- [9] Wien, K. 100 Years of ion beams: Willy Wien's Canal Rays. Braz. J. of Phys. V. 29: 401-414, 1999.
- [10] Burlingame, A.L.; Boyd, R.K.; Gaskell, S.J. Mass spectrometry. Anal. Chem. V. 68: 599R-651R, 1996.
- [11] Skoog, D.A.; Holler, F.J.; Nieman, T.A. Principles of instrumental analysis, 5 ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1998, 349p.
- [12] Watson, J.T. Introduction to mass spectrometry, 3 ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1997, 496p.

- [13] De Hoffmann, E.; Charette, J.; Stroobant, V. Mass spectrometry: principles and applications. Paris: Masson éditeur, 1996, 340 p.
- [14] Wiley, W.C.; McLaren, I.H. TOF-MS. Rev. Sci. Instrum. V. 26: 1150-1157, 1955.
- [15] Hakansson, P. An introduction to the TOF technique. Braz. J. of Physics. V. 29: 422-427, 1999.
- [16] Ponciano, C.R. Desenvolvimento de espectrômetros de massa por tempo de voo para PDMS e MALDI. Aplicações de PDMS em compostos não voláteis. Rio de Janeiro, 1996, 217p. Monografia (Doutorado em Química) – Departamento de Química, PUC-Rio, Brasil.
- [17] Guilhaus, M. Principles and instrumentation for TOF-MS. J. Mass Spectrom. V. 30: 1519-1532, 1995.
- [18] Brunelle, A.; Della-Negra, S.; Le Beyec, Y. Progress in TOF-MS Analysis. V. 20: 417-420, 1992.
- [19] Wollnik, H. TOF-MS. Mass Spectrom. Rev. V. 12: 89-114, 1993.
- [20] Mamyrim, B.A. Reflectron TOF-MS. Int. J. Mass. Spectrom. Ion Proc. V. 131: 1-19. 1994.
- [21] Stein, R. A time focusing equation for TOF-MS. Int. J. Mass Spectrom. Ion Proc. V. 132: 29-34, 1994.
- [22] Pecsok, R.L.; Schields, L.D.; Cairns, T.; McWilliam, I.G. Modern methods of chemical analysis, 2 ed. New York: John Wiley & Sons., 1976.
- [23] Willard, H.H.; Merritt, Jr. L.L.; Dean, J.A.; Settle, Jr. F.A. Instrumental methods of analysis. 7 ed. Belmont, CA.: Wadsworth Publishing Co., 1988.
- [24] Dawson, P.H. Quadrupole mass spectrometry and its applications. J. Molec. Struct. V. 42: 277-278, 1997.
- [25] Comisarow, M.B.; Marshall, A.G. Chem. Phys. Lett., V. 25: 282, 1974.
- [26] Marshall, A.G.; Grosshans, P.B. Anal. Chem., V. 63: 215A, 1991.
- [27] Ray, K.B. A study of secondary ion correlations using coincidence counting time-of-flight mass spectrometry. Texas 1994, 177p. Monografia (Doctor of Philosophy) – Departamento de Química, Texas A&M University.
- [28] Sundqvist, B.; Macfarlane, R.D. Cf252 Plasma desorption mass spectrometry. Mass Spectrom. Rev. V. 4: 421-460, 1985.

- [29] Macfarlane, R.D. Cf252-PDMS. I. A historical perspective. *Biol. Mass Spectrom.* V. 22: 677-680, 1993.
- [30] Zorgerson, D.F.; Skowronski, R.P.; Macfarlane, R.D. New approach to mass-spectroscopy of nonvolatile compounds. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* V. 60: 616-621, 1974.
- [31] Macfarlane, R.D.; Torgerson, D.F. Californium-252 plasma desorption mass spectroscopy. *Science.* V. 191: 920-925, 1976.
- [32] Cotter, R.J. *Time of flight mass spectrometry.* Washington, DC: ACS Professional Reference Books, 1997, 326p.
- [33] Hakansson, P. Dan, K. *Vidensk. Selsk. Fys. Medd.* V. 43: 593, 1993.
- [34] Cardoso, C.S. Estudo dos mecanismos de dessorção de íons H^+ e H^- emitidos por superfícies metálicas sob impacto de íons rápidos. Rio de Janeiro, 1997, 184p. Monografia (Doutorado em Física) – Departamento de Física, PUC-Rio, Brasil.
- [35] Demirev, P.A. Particle-induced desorption in mass spectrometry .1. Mechanisms and processes. *Mass Spectrom. Rev.* V. 14: 279-308, 1995.
- [36] Zhompson, M.W. *Philos. Mag.* V. 18: 377, 1968.
- [37] Sigmund, P. Mechanisms and theory of physical sputtering by particle impact. *Nucl. Instr. and Meth. B.* V. 27: 1-20, 1987.
- [38] Sigmund, P. Theory of Sputtering. I. Sputtering Yield of Amorphous and Polycrystalline Targets. *Phys. Rev.* V. 184: 383, 1969.
- [39] Betz, G.; Wien, K. Energy and angular distributions of sputtered particles. *Int. J. Mass Spec. Ion Proc.* V. 140: 1-110, 1994.
- [40] Pereira, J.A.M. Análise dos mecanismos de emissão dos íons Li^+ , F^- e $(LiF) Li^+$ emitidos por filmes de LiF policristalino bombardeado por íons rápidos de nitrogênio atômico e molecular. Rio de Janeiro, 1998, 197p. Monografia (Doutorado em Física) – Departamento de Física, PUC-Rio, Brasil.
- [41] Sigmund, P. *Top. in Appl. Phys.* V. 47: 9, 1981.
- [42] Sigmund, P. Energy density and time constant of heavy-ion-induced elastic-collision spikes in solids. *Appl. Phys. Lett.* V. 27: 52., 1975.
- [43] Macfarlane, R.D.; Hill, J.C.; Jacobs, D.L. *J. Trace and Microprobe Tech.* V. 4(4): 281, 1986.
- [44] Mozumder, A. *Adv. Radiat. Chem.* V. 1: 1, 1969.

- [45] Stoneham, A.M. Energy transfer between electrons and ions in collision cascades in solids. *Nucl. Instr. and Meth. B.* V. 48: 389-398, 1990.
- [46] Szenes, G. Amorphous track formation in SiO₂. *Nucl. Instr. and Meth. B.* V. 122: 530-533, 1997.
- [47] Bitensky, I.S.; Parilis, E.S.; Della-Negra, S.; Le Beyec, Y. Emission of hydrogen ions under multiply charged ion bombardment. *Nucl. Instr. and Meth. B.* V. 72: 380-386, 1992.
- [48] Ritchie, R.H.; Claussen, C. A core plasma model of charged particle track formation in insulators. *Nucl. Instr. and Meth.* V. 198: 133-138, 1982.
- [49] Johnson, R.E.; Brown, W.L. Electronic mechanisms for sputtering of condensed-gas solids by energetic ions. *Nucl. Instr. and Meth.* V. 198: 103-118, 1982.
- [50] Schiwietz, G.; Grande, P.L.; Skogvall, B.; Biersack, J.P. et. al. Influence of nuclear track potentials in insulators on the emission of target auger electrons. *Phys. Rev. Lett.* V. 69: 628-631, 1992.
- [51] Rothard, H.; Schou, J.; Koschar, P.; Groeneveld, K. Electron yields from solids: a probe for the stopping power of swift charged particles?. *Nucl. Instr. and Meth. B.* V. 69: 154-157, 1992.
- [52] Wien, K.; Koch, Ch.; Van Tan, N. Line shifts in mass spectra of secondary ions ejected from solids by MeV – ion impact. *Nucl. Instr. and Meth. B.* V. 100: 322-330, 1995.
- [53] Knotek, M.L.; Feibelman, P.J. Ion desorption by core-hole auger decay. *Phys. Rev. Lett.* V. 40: 964-967, 1978.
- [54] Feibelman, P.J. *Inelastic particle-surface interactions.* Springer-Verlag: E. Taglauer & W. Heiland Eds.
- [55] Beynon, J.H.; Saunders, R.A.; Williams, A.E. Dissociation of metastable ions with release of internal energy. *J. Mass Spectrom.* V. 30: 793-796, 1995.
- [56] Ferguson, R.E.; McCulloh, K.E.; Rosenstock, H.M. Observation of products of ionic collision processes and ion decomposition in a linear pulsed time-of-flight mass spectrometer. *J. Chem. Phys.* V. 42: 100, 1965.
- [57] McLafferty, F.W.; Gohlke, R.S.; Golesworthy, R.C. ASTM E-14. Conference on mass spectrometry, Montreal, June 1964.

- [58] Avalos, C.F.E. Desarrollo de un espectrómetro de masa por tiempo de vuelo com espejo electrostático para usar en las técnicas PDMS/MALDI y análisis de polímeros, biopolímeros e iones metaestables. Quito, 2001, 122p. Monografía (Doutorado em Física) - Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.
- [59] Dugger, D.L.; Kiser, R.W. Metastable transitions observed in a time-of-flight mass spectrometer. *J. Chem. Phys.* V. 47: 5054, 1967.
- [60] Haddon, W.F.; McLafferty, F.W. Metastable ion characteristics. Measurements with a modified TOF-MS. *Anal. Chem.* V. 41: 31-36, 1969.
- [61] Shannon, T.W.; McLafferty, F.W. Identification of gaseous organic ions by use of metastable peaks. *J. Amer. Chem. Soc.* V. 88: 5021, 1966.
- [62] McLafferty, F.W.; Pike, W.T. *ibid.* V. 89: 5951, 1967.
- [63] Haddon, W.F.; Mc Lafferty, F.W. *ibid.* V. 90: 4745, 1968.
- [64] Rosenstock, H.M.; Melton, C.E. *ibid.* V. 26: 314, 1957.
- [65] Ponciano, C.R.; Ladeia R.C.C.; Collado, V.M.; da Silveira, E.F. Dissociation of fast ions analysed by TOF. *Braz. J. of Phys.* V. 31: 514-517, 2001.
- [66] Ponciano, C.R.; da Silveira, E.F. Modeling metastable ion time-of-flight peaks. *J. of Phys. Chem. A.* V. 106 (43): 10139-10143, 2002
- [67] Chait, B.T.; Field, F.H. Int. Fission fragment ionization mass-spectrometry - metastable decompositions. *J. Mass Spectrom. Ion Phys.* V. 41: 17-29, 1981.
- [68] Chait, B.T. Prompt and metastable decompositions in Cf252 fission fragment ionization mass-spectrometry. *Int. J. Mass Spectrom. Ion Phys.* V. 53: 227-242, 1983.
- [69] Septier, A. Focusing of charged particles T1. New York: Academic Press, 1967, 501p.
- [70] Martinez, G.; Sancho, M. Accurate calculation of geometric aberrations in eletrostatic lenses. *Nuc. Inst. & Meth. In Phys. Research.* V. A363: 198-204, 1995.
- [71] Vickerman, J.C. Surface analysis – The principal Techniques. John Wiley & Sons Ltd, 1997.

- [72] Bruijn, D.; Van Deenen, P.; Dijkkamp, D.; Holsboer, H.; Van Oven, C. Technische Informatie Post, Fom-Instituut voor Atoom-em Moleccuulfysica. Ed. H. Kersten (edição especial).
- [73] Apostila de curso proferido por S. Della-Negra (1995).
- [74] Lampton, M.; Siegmund, O.; Raffanti, R. Delay line anodes for microchannel-plate spectrometers. *Rev. Sci. Instrum.* V. 58 (12): 2298-2305, 1987.
- [75] RoentDek Handels GmbH. Position and time sensitive multi-hit MCP delay-line detector system. User manual, vesion 6.2.0.81
- [76] RoentDek Handels GmbH. CoboldPC, computer based online-offline listmode dataanalyser. User manual, version 6.0.1.8 B77.
- [77] Zhou, J.; Ens, W.; Standing, K.G.; Verentchikov, A. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* V. 4: 671, 1992.
- [78] Collado, V.M. Estudo da ablação iônica do CsI induzida por laser ultravioleta pulsado. Rio de Janeiro, 2001, 156p. Monografia (Doutorado em Física) – Departamento de Física, PUC-Rio, Brasil.
- [79] Moshhammer, R.; Matthäus, R.; Wien, K.; Le Beyec, Y.; Bolbach, G. Conference IFOS V – Mass Spectrometry of Involatile Materials. Ed. Wiley & Sons Lim. Lövanger, Suécia, 1989.
- [80] Mauney, T.; Adams, F. Ion kinetic energy measurements on laser-induced plasmas in laser microprobe mass analysis (LAMMA). Part I. Methodology, *Int. J. Mass Spectrom. Ion Proc.* V. 59: 103-119, 1984.
- [81] Juhasz, P.; Vstal, M.L.; Martin, S.A. On the inicial velocity of ions generated by MALDI and its effect on the calibration of delayed extraction TOF-MS. *J. Am. Soc. M.S.* V. 8: 209-217, 1997.
- [82] Ens, W.; Mao, Y.; Mayer, F.; Standing, K.G. *Rapid Commun. Mass Spectrom.* V. 5: 117, 1991.
- [83] Jagutzki, O.; Mergel, V.; Ullmann-Pfleger, K.; Spielberger, L.; Spillmann, U.; Dörner, R.; Schmidt-Böcking, H. A load-application MCP detector system for advanced particle a photon detection tasks. *Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. A.* V. 477: 244-249, 2002.
- [84] Halliday, D.; Resnick, R. *Fundamentos de Física.* 4 ed. Livros Técnicos e Científicos, 1996. V ii.

- [85] Bransden, B.H.; McDowell, M.R.C. Charge Exchange and the Theory of Ion-Atom Collisions. Oxford: Oxford Science Publications, 1992. 474p.
- [86] Ponciano, C.R.; Ávalos, F.E.; Rentería, A.; da Silveira, E.F. Analysis of metastable decay by time-of-flight coincidence and kinetics energy measurements. *Int. J. Mass Spectrom.* V. 209: 197-208, 2001.

ANEXO

Programa CoboldPC

O objetivo do presente anexo é fornecer a estrutura básica do software CoboldPC, apresentando também os seus comandos essenciais. As principais referências utilizadas foram o Manual do Usuário do Software CoboldPC e o Manual do Detector Sensível à Posição [75, 76]. CoboldPC é um programa desenvolvido para Windows, para ser utilizado na aquisição de dados obtidos com o detector sensível à posição, fabricado no IKF - Frankfurt.

A interface entre o programa CoboldPC e o hardware é feita por uma biblioteca dinâmica, chamada DAQ.dll, enquanto a análise de dados necessita de uma outra biblioteca, chamada DAN.dll. No fim do anexo é apresentada apenas a parte do arquivo DAN.dll utilizado neste trabalho que pode ser modificada pelo usuário.

Os sinais do detector, devidamente pré-amplificados e conformados por CFD's, são tratados pelo TDC, fisicamente localizado em uma placa dentro do computador. Através do *bus* do PC, os dados de cada evento analisado pelo TDC são lidos pelo processador do PC, ao executar a parte relativa ao arquivo DAQ. Estes dados podem ser armazenados em um disco em formato List-Mode-File (arquivo.lmf) ou em formato Dump-Cobold-File (arquivo.dcf). O primeiro tipo de formato permite armazenar os dados evento-por-evento (que consiste em uma coluna de coordenadas adquiridas) para que a análise possa ser refeita após o término do experimento. O arquivo DAN.dll é o responsável por recalcular o List-Mode-Data original para receber novas coordenadas e, simultaneamente, permite analisar os dados adquiridos. O segundo formato, Dump-Cobold-File, só permite a visualização dos espectros tal como foram adquiridos.

O procedimento de tratamento de dados pode ser modificado de acordo com as necessidades específicas, para isso é preciso modificar o DAN.dll, escrito em linguagem de programação Fortran.

A.1

Aquisição de Espectros

A.1.1

Condicionamento do Programa

Por meio de procedimento *on-line*, utilizando tanto o DAN.dll como o Cobold-Command-File, geram-se os espectros desejados em uma ou em duas dimensões.

O Cobold-Command-File (arquivo.ccf) é um arquivo de comandos utilizado pelo CoboldPC, onde as coordenadas, os parâmetros, as condições e os espectros a serem gerados são definidos. Este arquivo pode ser editado e ajustado às necessidades do usuário, como por exemplo: fixar uma janela tempo-de-vôo (em canais) para seleccionar um determinado pico, ajustar parâmetros (para mover o espectro, calibrá-lo em posição e em tempo), ou alterar as definições dos espectros. Notar que estas funções são apenas opções de mudanças de “primeiro nível” na aquisição e análise de dados fornecidos pelo CoboldPC. O tratamento de dados mais avançado, como definir novas coordenadas para a análise, pode ser feito modificando o arquivo DAN.dll usando o compilador Fortran.

No fim desse anexo é apresentado o arquivo.ccf que foi utilizado na aquisição de dados. Esse arquivo é o mais freqüentemente modificado pelo usuário. Os comandos mais importantes utilizados são:

1. Parameter

É um número que define, por exemplo, o número de impactos esperados, sem que haja necessidade de re-compilar o arquivo DAN.dll (se este parâmetro também estiver definido no DAN.dll).

A sintaxe é:

paratemer 2,4

O comando fornece ao parâmetro 2 o valor de 4 (que no exemplo citado é o número de impactos esperados).

2. Coordinate

Uma coordenada é atribuída a cada saída digital do hardware (como o TDC). Assim, é preciso definir tantas coordenadas quanto forem os canais a serem lidos pelo DAQ.dll. Também podem ser definidas outras coordenadas a serem utilizadas na rotina de análise. Estas coordenadas adicionais podem ser atribuídas, por exemplo, a cálculos com as coordenadas do hardware.

A sintaxe para definir as coordenadas chamadas *n1*, *a1* e *a2* é:

coordinate n1

coordinate a1

coordinate a2

ou

coordinate n1,a1,a2

3. Define

Cada espectro tem que ser definido por um conjunto de comandos ou parâmetros (atributos para este espectro). Que vão definir, por exemplo, o tamanho e a coordenada a visualizar.

A sintaxe para espectro em 1 dimensão é:

define1 0,500,1,a1h1,always,a1h1

o comando define um espectro compreendido entre os canais 0 (Mínimo) e 500 (Máximo), com um tamanho de ponto de 1, com coordenada do tipo *a1h1*, sem impor nenhuma condição (*always*) (ver próxima seção) e com o nome “*a1h1*”.

A sintaxe para um espectro em 2 dimensões é:

define2 -150,150,1,xh1,-150,150,1,yh1,always,xy,hit1

Este comando atribui, para ambas as coordenadas x (eixo x) e y (eixo y), o intervalo entre -150 (X Mínimo, Y Mínimo) e 150 (X Máximo, Y Máximo), com um tamanho de ponto de 1, sem impor nenhuma condição e com o nome “*hit1*”.

4. Condition

É uma janela, em uma ou várias dimensões, que permite que os dados sejam adquiridos em um determinado espectro, se a condição for satisfeita.

A sintaxe é:

```
condition sumxh1, 510, 570, sumxh1
```

Este comando define uma janela na coordenada *sumxh1*, do canal 510 ao canal 570, com o nome *sumxh1*. Se para um determinado evento o valor da coordenada “*sumxh1*” estiver compreendido naquela janela, o evento será enviado ao espectro com a respectiva coordenada, caso contrario, ele será omitido.

Por exemplo, para a condição tempo-de-vôo, se é preciso visualizar o espectro de posição em função do tempo de vôo; então pode-se definir algumas condições sobre a coordenada TOF.

Um espectro, em uma ou duas dimensões, é um histograma, utilizado para visualizar os dados adquiridos. Um espectro em uma dimensão será produzido com dados de uma coordenada específica. Um espectro bidimensional exibe duas coordenadas, uma no eixo x e a outra no eixo y.

Na figura A1 são mostrados exemplos de dois dos espectros mais característicos obtidos colocando uma grade com furos em frente ao detector sensível à posição, à esquerda um espectro em uma dimensão em função do tempo e, à direita, um espectro em duas dimensões XY.

Pode-se definir tantos espectros, em uma ou em duas dimensões, quanto forem necessários.

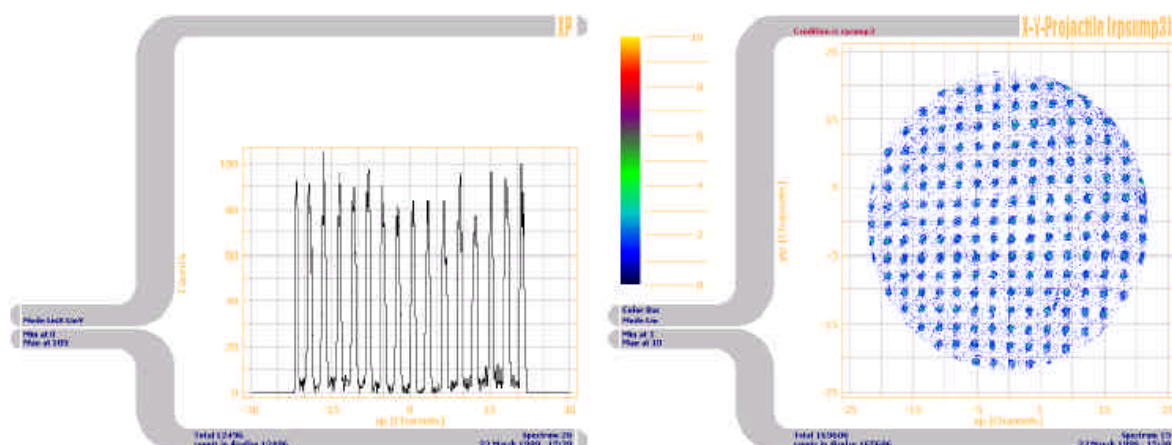
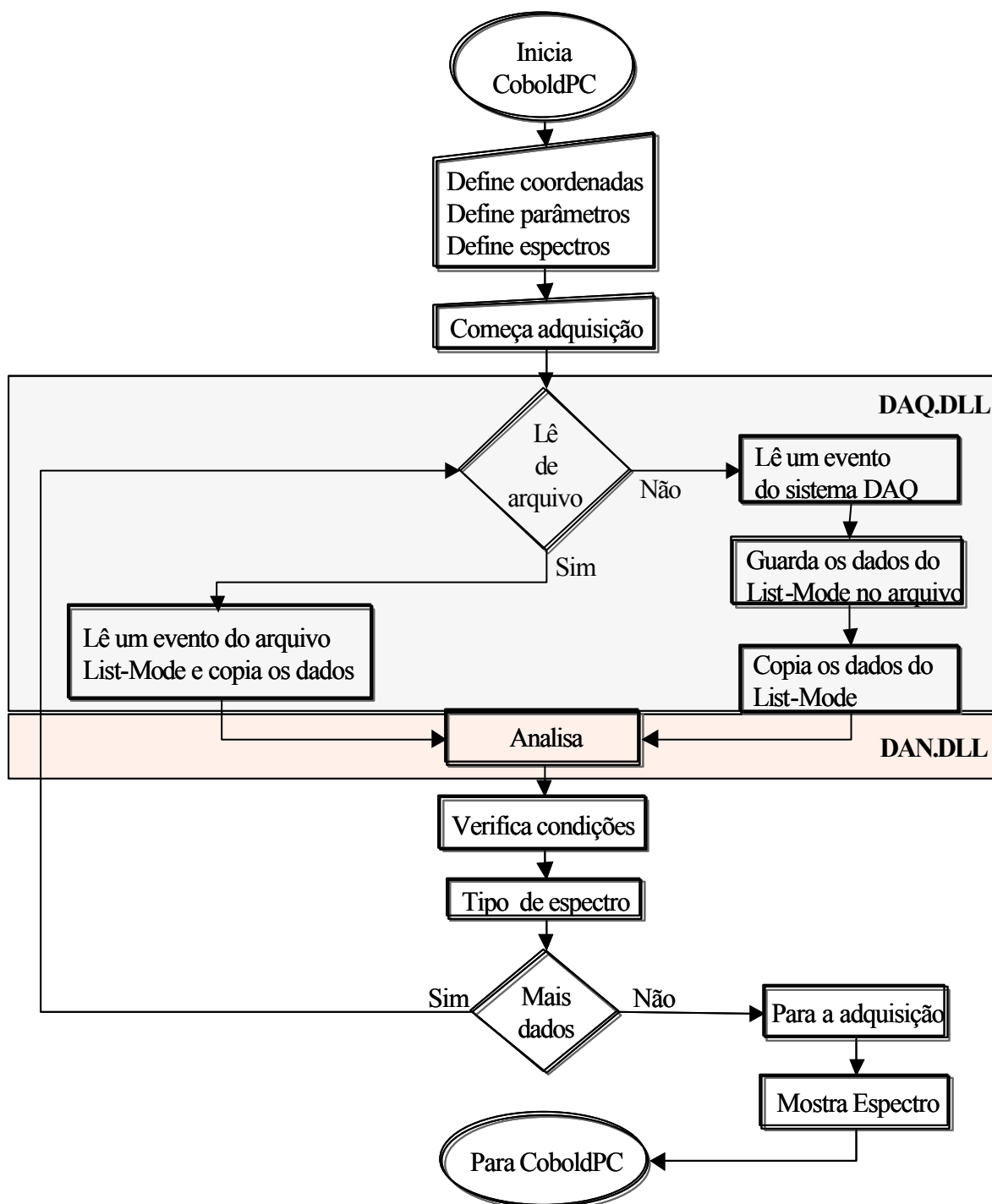


Fig A1: Espectros em uma e duas dimensões

A.2

Estrutura do Programa CoboldPC



A.3

Manual de Operação

Aquisição

1. Uma vez que o software esteja devidamente instalado, rodar-se o programa CoboldPC “clcando” no ícone “CoboldPC”.

Nota: é exigido que os arquivos DAN.dll e DAQ.dll estejam instalados no mesmo diretório do programa CoboldPC.

2. Surge na tela a primeira janela de trabalho (fig A2) que espera por uma ordem que deve ser dada na linha de comandos ou pelos botões da barra de ferramentas.

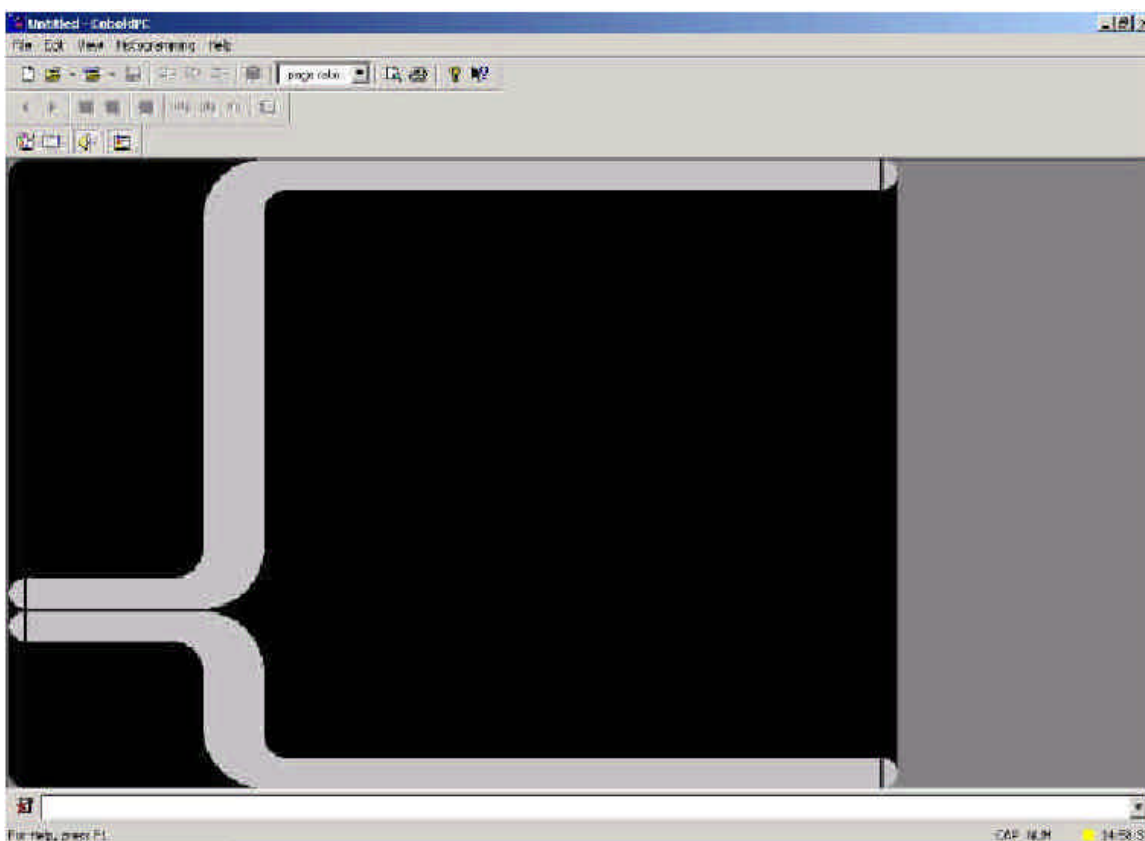


Fig. A2: Primeira janela do CoboldPC

3. Para começar a aquisição executa-se um arquivo “batch file” (arquivo.ccf) da seguinte forma:

- na linha de comandos escreve-se o comando: *execute arquivo.ccf*, ↵ ,
ou simplesmente utiliza-se o botão de comando “*open*” para abrir arquivos.
 - seleciona-se na caixa de diálogo que se abre o diretório e o arquivo.ccf previamente definido pelo usuário.
4. Surge uma janela de diálogo onde o usuário define o tipo de sessão: Aquisição do Hardware ou Leitura de um Arquivo List-Mode, de uma aquisição prévia (fig A3). Se for selecionado Aquisição do Hardware, o usuário pode adquirir os dados em formato List-Mode-File (arquivo.lmf) ou não (arquivo.dcf). O programa começa a adquirir e a gerar automaticamente os espectros que foram definidos no arquivo.ccf; estes espectros podem ser exibidos durante a aquisição.

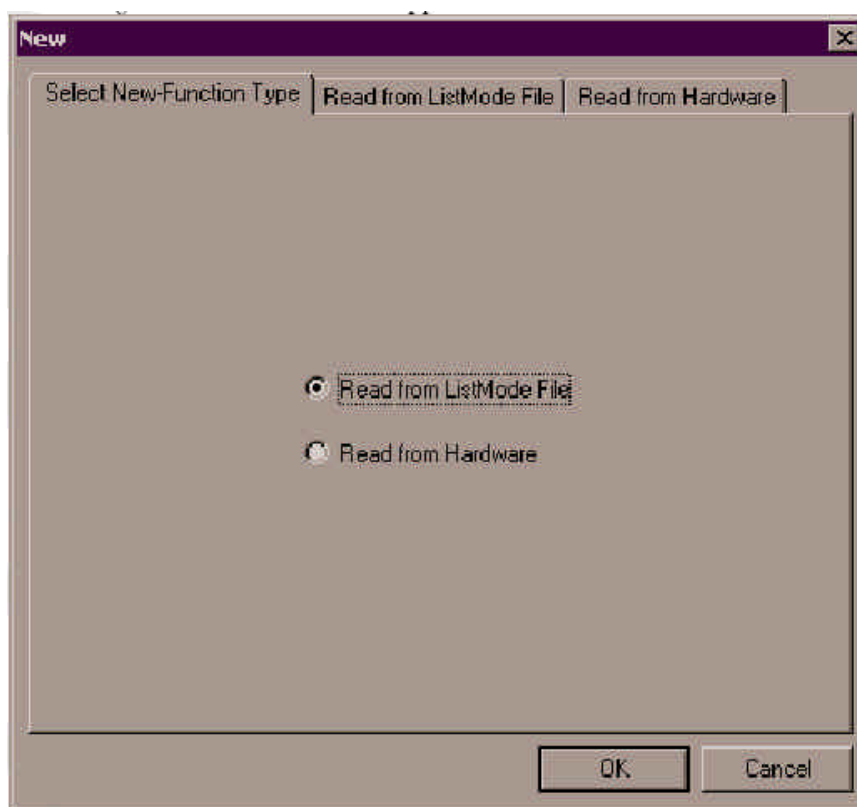


Fig A3: Janela de aquisição

Visualização de Espectros Durante a Aquisição

5. Para observar os espectros:
- utiliza-se na tela os botões de comandos em forma de setas ou triângulos (◀ / ▶), ou
 - utilizam-se os botões (+ / -) do teclado, no bloco numérico.

- se a ordem dos espectros for conhecida, escreve-se na linha de comandos *view* ou simplesmente *v*, espaço, e o número do espectro \leftarrow .
6. Os gráficos podem ser visualizados também em escala logarítmica:
 - seleciona-se o espectro, clica-se nos botões *x/g*, *y/g*, ou *z/g*, para ter o eixo x, y ou z em escala logarítmica. Os dois primeiros valem apenas para espectros unidimensionais.
 - para desfazer clica-se novamente no mesmo botão.
 7. Para fazer zoom no espectro:
 - utiliza-se o comando *expand*, \leftarrow
 - aparece um cursor, com o mouse escolhe-se a área a ser expandida, em uma ou em duas dimensões.
 - para desfazer o zoom clica-se no botão “rescale”.
 8. Para atualizar o espectro que está sendo mostrado na tela:
 - utiliza-se o botão de comando “update”.
 9. Clicando no botão “clear all”, pode ser apagado o que está sendo mostrado na tela. A aquisição continuará sendo feita, mas com as contagens em zero. Se os dados estiverem sendo adquiridos em List-Mode eles não serão apagados porque estão sendo gravados no disco continuamente.
 10. Para parar a aquisição, utiliza-se o comando *stop*.
 11. Para mostrar o andamento da aquisição
 - utiliza-se o ícone amarelo localizado na parte inferior esquerda da tela, quando se está se adquirindo, a cor muda para vermelha. Ou escreve-se na linha de comandos “*ShowStatus*”
 - abre-se uma janela com todos os dados da aquisição

Análise de Espectros já Adquiridos

NOTA: é importante utilizar os mesmos arquivos DAN.dll e DAQ.dll que foram utilizados na aquisição do arquivo que esta sendo aberto. Para saber se eles são os corretos, consulta-se o “help” na janela do CoboldPC e “About CoboldPC”.

12. Para abrir um arquivo de espectros adquiridos:

- utilizam-se os botões de comando ou o comando abrir do menu “file”.
- seleciona-se na caixa de diálogo que se abre o diretório e o arquivo.

13. Quando é utilizado o comando “update” visualiza-se o fundo do espectro ; quando se escreve na linha de comandos “*update*”, o fundo é removido. Este efeito é mais visível na escala logarítmica.

14. Utilizam-se todos os comandos do item A.3.2.

A.4

Comandos Principais

A seguir são descritos os comandos mais utilizados na aquisição, tratamento e manuseio dos espectros.

1. Start

Inicia a aquisição

2. Pause

Faz uma pausa na aquisição (para começar novamente usar o comando start)

3. Stop

Para a aquisição

4. View 1

Mostra o espectro 1

5. Cursor / cur

Mostra um marcador para poder observar as coordenadas no espectro

6. ExpandSpectrum ou exp

Expande o espectro (em uma ou duas dimensões) usando um cursor para determinar a expansão da área.

7. FitSpectrum / fit

Ajusta o espectro a uma função dada. Os tipos de funções são:

- Regressão Linear
- Regressão Logarítmica
- Regressão de Potências
- Regressão Exponencial
- Gaussiana
- Polinomial

8. IntegrateSpectrum / int

Integra uma área definida de um espectro em uma ou duas dimensões. O resultado da integração é salvo só temporariamente no espectro. Cada espectro pode ter um dado de integração só.

ARQUIVO.CCF

```

; RoentDek TDC8/ISA TDC card
; at I/O address 0x320 (default)
; using 8 channels, 4 hit, common start
; only spectra for the first hits are displayed.
;
; at the moment: always setup up to 8 channels!
;
restart
parameter 1,0x320 ; set I/O address
parameter 2,4      ; expected hits
parameter 3,8      ; expected channels (set always to 8,
variable in next release)
parameter 4,1      ; 0 = common start, 1 = common stop
;
Parameter 10,41    ; EventCounterCoordinate
Parameter 11,50    ; start coordinate of sum coordinates
(sumx,sumy,sumz)
Parameter 12,62    ; start coordinate of position coordinates
Parameter 13,42    ; coordinate of always TRUE (can be used
for 2D hit sceme)
Parameter 14,0     ; start channel for x1,x2,y1,y2 raw data
;

coordinate n1,a1h1,a1h2,a1h3,a1h4
coordinate n2,a2h1,a2h2,a2h3,a2h4
coordinate n3,a3h1,a3h2,a3h3,a3h4
coordinate n4,a4h1,a4h2,a4h3,a4h4
coordinate n5,a5h1,a5h2,a5h3,a5h4
coordinate n6,a6h1,a6h2,a6h3,a6h4
coordinate n7,a7h1,a7h2,a7h3,a7h4
coordinate n8,a8h1,a8h2,a8h3,a8h4
coordinate EventCounter
coordinate TRUE1,TRUE2,TRUE3,TRUE4,TRUE5,TRUE6,TRUE7,TRUE8
coordinate sumxh1,sumxh2,sumxh3,sumxh4
coordinate sumyh1,sumyh2,sumyh3,sumyh4
coordinate sumzh1,sumzh2,sumzh3,sumzh4
coordinate xh1,xh2,xh3,xh4
coordinate yh1,yh2,yh3,yh4
;
; novas coordenadas p/ calculo de velocidade
coordinate h1m1vz,h1m1vx,h1m1vy,h1m1vr
coordinate h1m1vtot,h1m1phi,h1m1theta,h1m1Ephi,h1m1Etheta
coordinate h1m1Ez,h1m1Er,h1m1Etot

coordinate h1m1vzp,h1m1vxp,h1m1vyp
coordinate h1m1vtotp,h1m1phip,h1m1thetap,h1m1Ehip,h1m1Ethetap

coordinate h2m1vz,h2m1vx,h2m1vy,h2m1vr
coordinate h2m1vtot,h2m1phi,h2m1theta,h2m1Ephi,h2m1Etheta
coordinate h2m1Ez,h2m1Er,h2m1Etot

coordinate h2m1vzp,h2m1vxp,h2m1vyp
coordinate h2m1vtotp,h2m1phip,h2m1thetap,h2m1Ehip,h2m1Ethetap

coordinate h1m2vz,h1m2vx,h1m2vy,h1m2vr

```

```

coordinate h1m2vtot,h1m2phi,h1m2theta,h1m2Ephi,h1m2Etheta
coordinate h1m2Ez,h1m2Er,h1m2Etot

coordinate h1m2vzp,h1m2vxp,h1m2vyp
coordinate h1m2vtotp,h1m2pkip,h1m2thetap,h1m2Ekip,h1m2Ethetap

coordinate h2m2vz,h2m2vx,h2m2vy,h2m2vr
coordinate h2m2vtot,h2m2phi,h2m2theta,h2m2Ephi,h2m2Etheta
coordinate h2m2Ez,h2m2Er,h2m2Etot

coordinate h2m2vzp,h2m2vxp,h2m2vyp
coordinate h2m2vtotp,h2m2pkip,h2m2thetap,h2m2Ekip,h2m2Ethetap

; novos parametros para calculo de velocidades
; U1 [V]
Parameter 15,18000
; U2 [V]
Parameter 16,0
; d1 [m]
Parameter 17,0.008
; d2 [m]
Parameter 18,1.375

; x0, y0 e t0
; x0 [ch]
Parameter 19,-6.0
; y0 [ch]
Parameter 20,0.0
; t0 [ch]
Parameter 21,282.7

; parametros do DAN
;nom (numero de massas - max=8)
Parameter 22,2

;m(1) [u]
parameter 23,1
;m(2) [u]
parameter 24,7

; TOF - condicoes para cada massa - [canais]

;tof-m(1) lower limit
parameter 30,1720
;tof-m(1) higher limit
parameter 31,1830

;tof-m(2) lower limit
parameter 32,4180
;tof-m(2) higher limit
parameter 33,4310

;parametros do projtil
;angulo de entrada - thetap
parameter 50,0

;

```

```

;define2 -1,9,1,TRUE1,-1,17,1,n1,always,n1
;define2 -1,9,1,TRUE2,-1,17,1,n2,always,n2
;define2 -1,9,1,TRUE3,-1,17,1,n3,always,n3
;define2 -1,9,1,TRUE4,-1,17,1,n4,always,n4
;define2 -1,9,1,TRUE5,-1,17,1,n5,always,n5
;define2 -1,9,1,TRUE6,-1,17,1,n6,always,n6
;define2 -1,9,1,TRUE7,-1,17,1,n7,always,n7
;define2 -1,9,1,TRUE8,-1,17,1,n8,always,n8
;define2 -1,9,1,none,-1,17,1,none,always,Hit Pattern
;setaxistext 9,channel #,# of hits
;

define1 0,17,1,n1,always,n1
define1 0,17,1,n2,always,n2
define1 0,17,1,n3,always,n3
define1 0,17,1,n4,always,n4
define1 0,17,1,n5,always,n5
define1 0,17,1,n6,always,n6
;
define1 0,500,1,a1h1,always,a1h1
define1 0,500,1,a2h1,always,a2h1
define1 0,500,1,a3h1,always,a3h1
define1 0,500,1,a4h1,always,a4h1

define1 10,15500,1,a5h1,always,a5h1
;
define1 0,5000,1,sumxh1,always,sumx hit1
define1 0,5000,1,sumyh1,always,sumy hit1
define1 0,5000,1,sumzh1,always,sumz hit1
;
define1 -200,200,1,xh1,always,x hit1
define1 -200,200,1,yh1,always,y hit1
;
;define2 -80,80,1,xh1,-80,80,1,yh1,always,xy hit1

condition sumxh1,420,460,sumxh1
condition sumyh1,420,460,sumyh1
condition sumxh1,and,sumyh1,sumxyh1
;define2 0,500,1,sumxh1,0,500,1,sumyh1,always,sumx_sumy

define2 -80,80,1,xh1,-80,80,1,yh1,sumxyh1,xy hit1

;graficos para m=1

condition a5h1,1720,1830,h1_m1_cond
condition sumxyh1,and,h1_m1_cond,sumxym1h1
define2 -80,80,1,xh1,-80,80,1,yh1,sumxym1h1,xy hit1

define1 -80,80,1,xh1,sumxym1h1,x1 hit1

define2 14000,14100,1,a5h1,-80,80,2,xh1,sumxym1h1,xy hit1
define2 14000,14100,1,a5h1,-80,80,2,yh1,sumxym1h1,xy hit1

define1 -5,60,1,h1mlvz,sumxym1h1,H1VZ
define1 -10,10,0.3,h1mlvx,sumxym1h1,H1VX
define1 -10,10,0.3,h1mlvy,sumxym1h1,H1VY
define1 -10,10,0.3,h1mlvr,sumxym1h1,H1VR
define1 -5,60,1,h1mlvtot,sumxym1h1,H1VT
define1 -50,120,1,h1mlEz,sumxym1h1,H1Ez
define1 -5,10,0.2,h1mlEr,sumxym1h1,H1Er

```

```

define1 -10,1200,10,h1m1Etot,sumxym1h1,H1Etot

define2 -6,6,0.1,h1m1vx,-6,6,0.1,h1m1vy,sumxym1h1,H1VXVY

define2 10,70,1,h1m1vz,-8,8,0.2,h1m1vx,sumxym1h1,H1VZVX
define2 10,70,1,h1m1vz,-8,8,0.2,h1m1vy,sumxym1h1,H1VZVY

;graficos para m=7

condition a5h1,4180,4310,h1_m2_cond
condition sumxyh1,and,h1_m2_cond,sumxym2h1
define2 -80,80,1,xh1,-80,80,1,yh1,sumxym2h1,xy hit1

define1 -80,80,1,xh1,sumxym2h1,x2 hit1

define2 1720,1830,1,a5h1,-80,80,2,xh1,sumxym2h1,xy hit1
define2 1720,1830,1,a5h1,-80,80,2,yh1,sumxym2h1,xy hit1

define1 -10,400,1,h1m2vz,sumxym2h1,H1VZ
define1 -60,60,1,h1m2vx,sumxym2h1,H1VX
define1 -60,60,1,h1m2vy,sumxym2h1,H1VY
define1 -60,80,1,h1m2vr,sumxym2h1,H1VR
define1 -10,400,1,h1m2vtot,sumxym2h1,H1VT
define1 -10,300,1,h1m2Ez,sumxym2h1,H1Ez
define1 -5,10,0.1,h1m2Er,sumxym2h1,H1Er
define1 -10,400,10,h1m2Etot,sumxym2h1,H1Etot

define2 -6,6,0.2,h1m2vx,-6,6,0.2,h1m2vy,sumxym2h1,H1VXVY

define2 10,80,1,h1m2vz,-10,10,0.2,h1m2vx,sumxym2h1,H1VZVX
define2 10,80,1,h1m2vz,-10,10,0.2,h1m2vy,sumxym2h1,H1VZVY

;
new
start

```

ARQUIVO DAN.dll

```

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! user definitions please insert here
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

integer Eventcounter
common /commondata/ Eventcounter

integer t,k,dm,nom
real*8 acc1,acc2,v0,v1
real*8 t1m1,t2m1,t1m2,t2m2,E0,a,b,j,a1,a2,a3,b1,b2,b3,p
real*8 vel0,vel2,en0(4),tt(4)
real*8 testTOF,test2TOF,dt,dtdv0
real*8 U1,U2,d1,d2,field1,field2,e,u,x0,y0,t0
real*8 tof(4),m(8),tl(8),th(8)
real*8 vz(8,4),vx(8,4),vy(8,4),vr(8,4)
real*8 vrx(8,4),vry(8,4)
real*8 Ez(8,4),Ex(8,4),Ey(8,4),Er(8,4),Etot(8,4)
real*8 vtot(8,4),phi(8,4),theta(8,4)

real*8 v1z0,v2z0,v1z1,v2z1

real*8 pta
real*8 vxz(8,4),vzp(8,4),vxp(8,4),vyp(8,4)
real*8 vtop(8,4),pkip(8,4),thetap(8,4)

real*8 xx(4),yy(4)

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! end of user definitions
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! user code insert here
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Eventcounter=Eventcounter+1
ED(Pa(10))=Eventcounter

!/ Definition of sumx and sumy for the four hits:
!/      sumxh1 = a1h1+a2h1 ...
      ED(50) = ED(2)+ ED(7)
      ED(51) = ED(3) + ED(8)
      ED(52) = ED(4) + ED(9)
      ED(53) = ED(5) + ED(10)
      ED(54) = ED(12) + ED(17)
      ED(55) = ED(13) + ED(18)
      ED(56) = ED(14) + ED(19)
      ED(57) = ED(15) + ED(20)

!/Definition of sumz for the four hits:
!/      sumzh1 = sumxh1 + sumyh1 ...
      ED(58) = ED(50) + ED(54)
      ED(59) = ED(51) + ED(55)
      ED(60) = ED(52) + ED(56)
      ED(61) = ED(53) + ED(57)

!/Definition of x coordinates:

```

```

!/      xh1 = a1h1 - a2h1
!/      xh2 = a1h2 - a2h2 ...
           ED(62) = ED(2) - ED(7)
           ED(63) = ED(3) - ED(8)
           ED(64) = ED(4) - ED(9)
           ED(65) = ED(5) - ED(10)

!/Definition of y coordinates:
!/      yh1 = a3h1 - a4h1 ...
           ED(66) = ED(12) - ED(17)
           ED(67) = ED(13) - ED(18)
           ED(68) = ED(14) - ED(19)
           ED(69) = ED(15) - ED(20)

!/* Transformacao posicao/tempo em velocidade */
!// baseado no arquivo "axis_trafo_v1.f90" (T. Jalowy)
!//
!//      U1: volt. extr. (amostra)  [V]
!//      U2: volt. primeira grade  [V]
!//      d1: dist amostra-grade1    [m]
!//      d2: dist voo livre         [m]
!//      tof: tempo de voo         [ns]
!//

U1 = Pa(15)
U2 = Pa(16)
d1 = Pa(17)
d2 = Pa(18)

field1 = (U1-U2) / d1
field2 = U2/d2
e = 1.60217733E-19
u = 1.6605402E-27

!// x0/y0 : centro do detector [mm]
x0 = Pa(19)*0.341
y0 = Pa(20)*0.364

!// t0 [ns]
t0 = Pa(21) * 0.5

!//      loop no numero de `hits` para correcao de t0
DO t = 1,2

!// def. de tof(t)
      tof(t) = ED(22 + (t-1))

!// converter canais para ns
      tof(t) = tof(t) * 0.5

!// correcao do TOF por t0 (posicao do `photon peak`)
      tof(t) = tof(t) - t0

!// correcao do TOF pelo TOF do foton (dist amostra detector)
!// (0.3 ns) vluz = 0.3 m/ns
!      tof(t) = tof(t) + 0.3

!// converter tempo para [s]
      tof(t) = tof(t) * 1.0E-9

```

```

!// novas variaveis xx(t) e yy(t). No arq. original elas vinham
!// da subrotina `resort6`, agora vou faze-los igual a xh1, xh2,
!// yh1 e yh2.

```

```

                xx(t) = ED(62 + (t-1))
!// conversao canal para mm
                xx(t) = xx(t) * 0.341

                yy(t) = ED(66 + (t-1))
!// conversao canal para mm
                yy(t) = yy(t) * 0.364

```

```

END DO

```

```

!// numero de massas a transformar (maximo atual = 8)
nom = Pa(22)
!// converter massas de [u] para [kg]
m(1) = Pa(23) * u
m(2) = Pa(24) * u
! m(3) = Pa(25) * u
! m(4) = Pa(26) * u

```

```

!//      TOF low and high limits for the dif. masses
tl(1) = ((Pa(30) * 0.5) - t0) * 1.0E-9
th(1) = ((Pa(31) * 0.5) - t0) * 1.0E-9
tl(2) = ((Pa(32) * 0.5) - t0) * 1.0E-9
th(2) = ((Pa(33) * 0.5) - t0) * 1.0E-9
tl(3) = ((Pa(34) * 0.5) - t0) * 1.0E-9
th(3) = ((Pa(35) * 0.5) - t0) * 1.0E-9

```

```

!// LOOP for different masses
DO dm = 1,nom

```

```

!// acceleration
acc1 = (e / m(dm)) * field1
acc2 = (e / m(dm)) * field2

```

```

!// LOOP for multi-hit
DO t = 1,2

```

```

!// check for the correct TOF-WINDOW for 2 hits

```

```

    IF (tof(t) .LT. tl(dm)) THEN
        vz(dm,t) = -1E15
        vx(dm,t) = -1E15
        vy(dm,t) = -1E15
        vr(dm,t) = -1E15
        vtot(dm,t) = -1E15
        phi(dm,t) = -1E15
        theta(dm,t) = -1E15
        Ez(dm,t) = -1E15
        Er(dm,t) = -1E15
        Etot(dm,t) = -1E15
        CYCLE
    END IF

```

```

    IF (tof(t) .GT. th(dm)) THEN
        vz(dm,t) = -1E15
        vx(dm,t) = -1E15
        vy(dm,t) = -1E15
    END IF

```



```

vr(dm,t) = -1E15
vtot(dm,t) = -1E15
phi(dm,t) = -1E15
theta(dm,t) = -1E15
Ez(dm,t) = -1E15
Er(dm,t) = -1E15
Etot(dm,t) = -1E15
CYCLE

```

```

END IF

```

! valores limites de energia para o calculo dos coef. an e bn:

```

en0(1) = 0
en0(2) = 1
en0(3) = 5
en0(4) = 30

```

! calculo da velocidade e tempo de voo livre dos ions com energia en(j):

```

do j = 1,4
  vel0 = sqrt( ( 2 * e * en0(j) ) / m(dm) )
  vel2 = sqrt( vel0**2 + 2 * acc1 * d1 )
  tt(j) = d2 / vel2 + (vel2 - vel0) / acc1
end do

```

! calculo dos coeficientes:

```

a1 = ( en0(2) - en0(1) ) / ( tt(2) - tt(1) )
b1 = en0(1) - a1 * tt(1)

```

```

a2 = ( en0(3) - en0(2) ) / ( tt(3) - tt(2) )
b2 = en0(2) - a2 * tt(2)

```

```

a3 = ( en0(4) - en0(3) ) / ( tt(4) - tt(3) )
b3 = en0(3) - a3 * tt(3)

```

! valores dos limites de validade das tres retas de ajuste:

```

!t1m1 = Pa(34)
!t2m1 = Pa(35)
!t1m2 = Pa(36)
!t2m2 = Pa(37)

```

```

if (dm .EQ. 1) then
  !// ajuste para m1

```

```

  if (tof(t) .GT. tt(2)) then

```

```

    a = a1
    b = b1

```

```

  else if (tof(t) .LT. tt(3)) then

```

```

    a = a3
    b = b3

```

```

  else

```

```

    a = a2
    b = b2

```

```

        end if
    else
        !// ajuste para m2

        if (tof(t) .GT. tt(2)) then

            a = a1
            b = b1

            else    if (tof(t) .LT. tt(3)) then

                a = a3
                b = b3

                else

                    a = a2
                    b = b2

                end if

            end if

        end if

        E0 = a * tof(t) + b

        if (E0 .LT. 0) then
            p = -1
            E0 = abs(E0)
        else
            p = 1
        end if

        v0 = p * sqrt(( 2 * e * E0 / m(dm) ) )

        !// info of velocity [m/s] and energy [eV]

        vz(dm,t) = v0
        vx(dm,t) = (xx(t) - x0) * 1.0E-3 / tof(t)
        vy(dm,t) = (yy(t) - y0) * 1.0E-3 / tof(t)
        vr(dm,t) = SQRT( (vx(dm,t)**2) + (vy(dm,t)**2) )
        Er(dm,t) = (0.5 * m(dm) * vr(dm,t)**2)/e

        IF (vz(dm,t) .GE. 0) THEN

            Ez(dm,t) = (0.5 * m(dm) * vz(dm,t)**2)/e
            vtot(dm,t) = SQRT( (vx(dm,t)**2) + (vy(dm,t)**2) + (vz(dm,t)**2) )
            phi(dm,t) = ATAN2(vy(dm,t),vx(dm,t))
            theta(dm,t) = ACOS(vz(dm,t)/vtot(dm,t))
            Etot(dm,t) = (0.5 * m(dm) * vtot(dm,t)**2)/e

        END IF

        !// transf. para sistema do projetil XYZ ----> XpYpZp

        pta = Pa(50) * 3.14159/180
        !    vxz(dm,t) = SQRT((vx(dm,t)**2) + (vz(dm,t)**2))
        vyp(dm,t) = vy(dm,t)
        !    vxp(dm,t) = vxz(dm,t) * SIN(theta(dm,t) - pta)
    
```

```

      vxp(dm,t) = vx(dm,t)
!      vzp(dm,t) = vxz(dm,t) * COS(theta(dm,t) - pta)
      vxp(dm,t) = vx(dm,t)

      !      IF (vx(dm,t) .LT. 0) THEN
      !          vxp(dm,t) = vxz(dm,t) * SIN(pta + theta(dm,t))
      !          vzp(dm,t) = vxz(dm,t) * COS(pta + theta(dm,t))
      !
      !      END IF

      IF (vzp(dm,t) .GE. 0) THEN

          vtotp(dm,t) = SQRT((vxp(dm,t)**2) + (vyp(dm,t)**2) +
(vzp(dm,t)**2))

          phip(dm,t) = ATAN2(vyp(dm,t),vxp(dm,t))
          thetap(dm,t) = ACOS(vzp(dm,t) / vtotp(dm,t))

      END IF

      END DO
END DO

!// calculo da velocidade de emissao [km/s]:

DO dm = 1,nom
  DO t = 1,2

      ED(69 + 1 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vz(dm,t)/1000
      ED(69 + 2 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vx(dm,t)/1000
      ED(69 + 3 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vy(dm,t)/1000
      ED(69 + 4 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vr(dm,t)/1000
      ED(69 + 5 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vtot(dm,t)/1000
      ED(69 + 6 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = phi(dm,t) * 180 / 3.14159
      ED(69 + 7 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = theta(dm,t) * 180 / 3.14159
      ED(69 + 8 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = (theta(dm,t)) * SIN(phi(dm,t))
* 180 / 3.14159
      ED(69 + 9 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = (theta(dm,t)) * COS(phi(dm,t))
* 180 / 3.14159
      ED(69 + 10 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = Ez(dm,t)
      ED(69 + 11 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = Er(dm,t)
      ED(69 + 12 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = Etot(dm,t)
      ED(69 + 13 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vzp(dm,t)/1000
      ED(69 + 14 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vxp(dm,t)/1000
      ED(69 + 15 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vyp(dm,t)/1000
      ED(69 + 16 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = vtotp(dm,t)/1000
      ED(69 + 17 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = phip(dm,t) * 180 / 3.14159
      ED(69 + 18 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = thetap(dm,t) * 180 / 3.14159
      ED(69 + 19 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = thetap(dm,t) *
SIN(hip(dm,t)) * 180 / 3.14159
      ED(69 + 20 + 20*(t-1) + 20*2*(dm-1)) = thetap(dm,t) *
COS(hip(dm,t)) * 180 / 3.14159

      END DO
  END DO

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
! end of user code
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

```