

INPE 5647 - MAN/05

SPECTRON SE-590

MANUAL DE REFERÊNCIA

Carlos A. Steffen
Elisabete C. Moraes

LABORATÓRIO DE RADIOMETRIA - LARAD
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

SPECTRON SE-590

MANUAL DE REFERÊNCIA

Carlos A. Steffen
Elisabete C. Moraes

INTRODUÇÃO

O espectrorradiômetro SPECTRON SE-590 é um equipamento opto-eletrônico especialmente projetado para a medição de espectros de radiação em condições de campo. Seu pequeno peso, suprimento próprio de energia e banda espectral de operação são características que o tornam bastante adequado para utilização em sensoriamento remoto, agricultura, geologia, limnologia ou outras aplicações que necessitem dados radiométricos de qualidade.

O SE-590 é constituído de uma unidade de controle e gravação e de até duas unidades de detecção. A unidade detectora tem sua construção baseada numa rede de difração como elemento de dispersão e numa matriz de fotodiodos de silício como elemento de detecção e pode adquirir, em uma fração de segundo, um espectro radiométrico de 256 bandas na faixa de 400nm a 1100nm, com resolução espectral efetiva de aproximadamente 10nm. O campo de visão da unidade detectora (Field of View) pode ser ajustado para 1, 6, 15 ou 180 graus através de diferentes adaptadores óticos.

A unidade controladora (CE-500), tem construção baseada em microprocessador que permite programá-la, através de um teclado multinível, para a aquisição de espectros simples, médios ou sequenciais, bem como introduzir indicadores como data, hora e número de identificação nos espectros adquiridos. Um gravador digital permite o registro e a leitura desses dados em uma fita cassete do tipo miniatura, onde é possível armazenar até 80 espectros (40 de cada lado). A unidade controladora também pode ser utilizada para a formatação e transferência dos espectros para vários periféricos de saída, tais como: osciloscópio, traçador gráfico e impressora matricial; nesta, os espectros podem ser impressos na forma de gráficos ou tabelas.

Uma porta serial RS232C permite a transferência dos dados para um computador onde podem ser processados através de um software específico.

Seu suprimento de energia é garantido por baterias internas de NiCd recarregáveis ou pode ser obtido de fontes externas de corrente contínua de 12VDC.

COMPONENTES DO SPECTRON SE-590

O espectrorradiômetro SPECTRON SE-590 compreende uma unidade controladora e armazenadora CE-500 que pode ser ligada a duas unidades detectoras do tipo CE-390WB. O sistema é alimentado por baterias internas que podem ser recarregadas através de uma fonte ligada na rede de 110/220V. Os principais componentes do SPECTRON SE-590 podem ser vistos nas figuras 1 e 2.

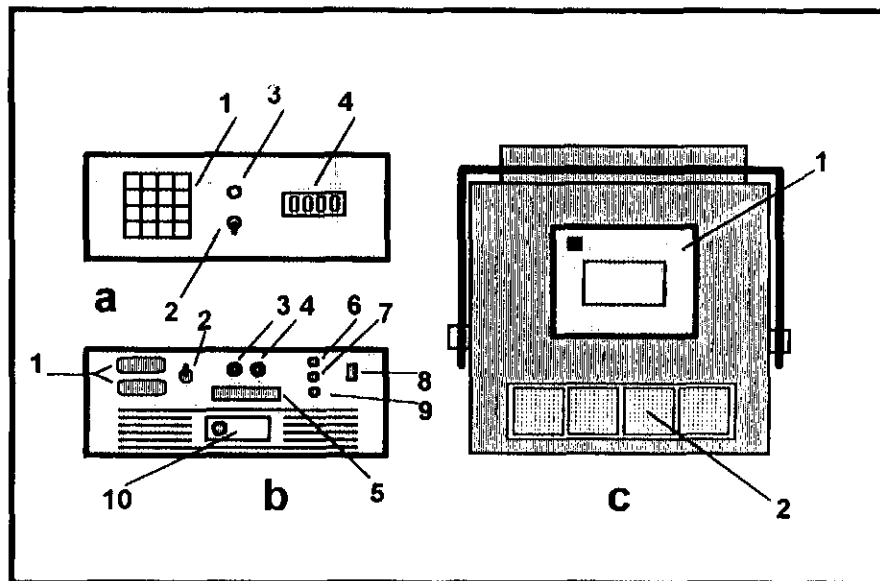


figura 1. Unidade Controladora CE-500

Painel Frontal - Figura 1a

1. teclado para a entrada de comandos e dados
2. interruptor ON/OFF
3. interruptor para inicializar o sistema - RESET
4. display para interação com o sistema

Painel Traseiro - Figura 1b

1. conectores para a ligação das unidades detectoras
2. seleção da unidade detectora ativa - 1 ou 2
3. conector tipo BNC para ligação ao osciloscópio (sinal)
4. conector tipo BNC para ligação ao osciloscópio (sync)

INPE - LABORATÓRIO DE RADIOMETRIA - LARAD

5. conector para a impressora matricial
6. conector para ligação ao driver da câmara fotográfica
7. conector para ligação serial RS-232
8. comutador para a fonte externa/interna,
9. conector para ligação a um traçador X-Y - PLOTTER
10. conector para a fonte de alimentação externa - 12 VDC

Painel Superior - Figura 1c

1. gravador de fita cassete digital
2. layout das funções do teclado

Detector/Coletor - Figura 2

1. unidade detectora CE-390WB com campo de visada (FOV) padrão de 6 graus.
2. coletor óticos de 1 grau.
3. coletor óptico de 15 graus.
4. coletor coseno (180 graus).
5. conector para ligação com a unidade CE-500.
6. roscas para fixação do tripé

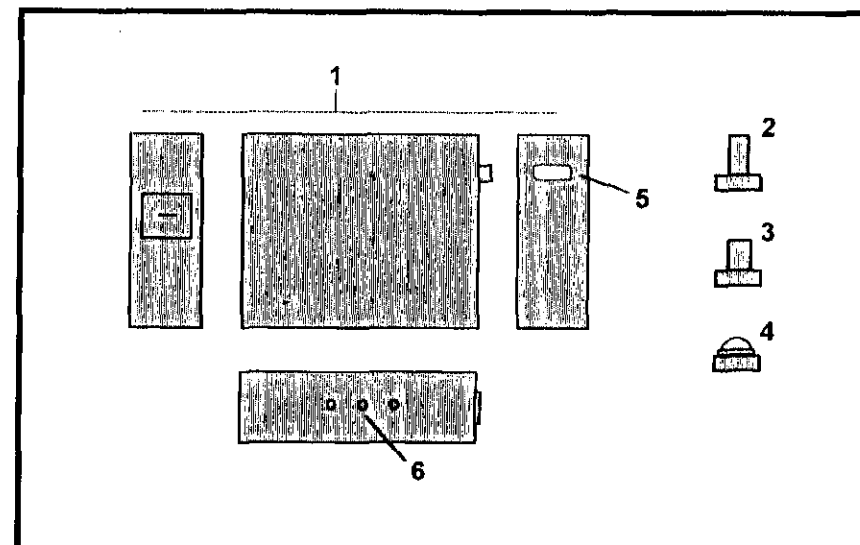


figura 2. Unidade Detectora CE-390WB

te de Alimentação

É um conversor AC/DC) utilizado para a alimentação do sistema a partir da rede de 110V. Com a unidade controladora desligada, o conversor recarrega as baterias internas. Pode-se também alimentar a unidade controladora com uma bateria de 12VDC; neste caso, a chave de seleção deve ser posicionada externa.

Periféricos de Saída

A unidade CE-500 possui espectros armazenados na memória acessível e desta para os seguintes de saída:

1. gravador casete
2. osciloscópio
3. impressora
4. registrador X-Y
5. computador

No caso do computador, em dupla precisão, são transferidos através de uma interface RS232C software especial que permite realizar diversas operações sobre os dados.

Teclado de Funções

O teclado de funções é do tipo multinível que pode ser ajustado para quatro grupos de funções. Quando as operações de aquisição e saída dos dados nos periféricos do teclado são selecionados pelas teclas da coluna esquerda identificações:

DATA IP - FORMAT - OUTPUT

onde as duas primeiras são as operações de aquisição e as duas últimas são de saída. Ao realizar a aquisição o espectro é armazenado numa memória RAM, denominada **DATA** (acessível) de onde pode ser transferido para outras memórias idênticas **DATA1**, **DATA2**, **REF1** ou **REF2**.

Ao preparar os dados para a apresentação nos periféricos de saída, os espectros são processados e transferidos para uma pilha operacional de três posições denominadas memória **DSP**. Esta pode ser preenchida com o conteúdo das memórias **DATA** ou **RATIO1** ou **RATIO2**. No máximo três espectros podem ser armazenados na memória **DSP**, e o primeiro a entrar na pilha será também o primeiro a ser transferido para o periférico de saída.

DATA

O primeiro nível do teclado. Permite ao operador introduzir comandos de ação imediata na fase de aquisição.

D - SCAN: realiza a aquisição de um espectro que é armazenado na memória **ACC**. O display indica momentaneamente o tempo de integração e após a amplitude máxima registrada (formato hexadecimal).

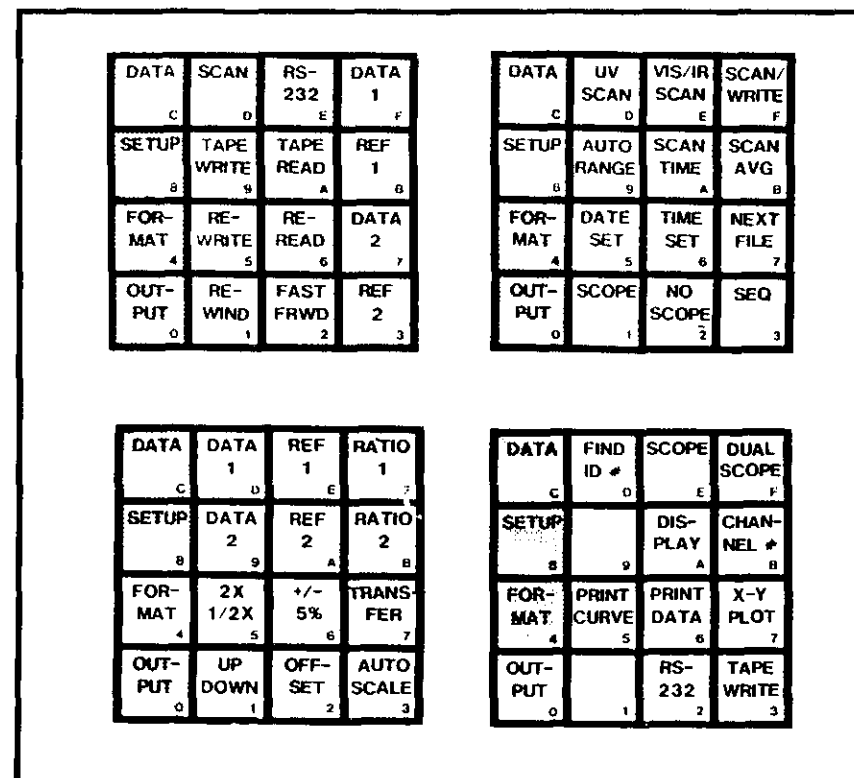


figura 3. O Teclado de Funções

9 - TAPE/WRITE: grava o espectro contido na memória **ACC** na fita cassete. A instrução só será completada com a inserção de um identificador (**ID#**) de quatro dígitos e a repetição da tecla **WRITE**.

5 - TAPE/REWRITE: grava o espectro da memória **ACC** no lugar do espectro anterior existente na fita cassete.

A - TAPE/READ: lê e transfere o próximo espectro da fita cassete para a memória ACC. Se a operação é completada com sucesso o ID# é mostrado momentaneamente no DISPLAY.

6 - REREAD: lê o espectro anterior da fita cassete para a memória ACC.

2 - FAST/FORWARD: avança a fita cassete até o seu final ou até que o operador teclé DATA.

1 - REWIND: retrocede a fita cassete até o seu início ou até que o operador teclé DATA.

E - RS-232: transfere para um computador, através da porta serial RS-232C, o espectro contido na memória ACC, com precisão dupla (16 bits).

F - DATA 1: memória auxiliar para onde pode ser transferido o espectro contido na memória ACC, normalmente referente a uma amostra.

7 - DATA 2: idem.

B - REF 1: idem; neste caso um espectro de referência.

3 - REF 2: idem.

SETUP

Segundo nível do teclado. Permite ao operador definir previamente os parâmetros e instruções relativos a aquisição.

1 - SCOPE: permite que a forma do espectro obtido seja visível no monitor de um osciloscópio, durante um breve momento, para o controle da operação.

2 - NONSCOPE: cancela a instrução anterior.

A - SCAN/TIME: a unidade controladora determina automaticamente o tempo de integração adequado para a medida, entretanto o operador pode ajustar esse valor manualmente através desta tecla e neste caso os valores possíveis são: 01/, 02/, 04/, 08/, 32/ e 64/60 segundos.

9 - AUTO/RANGE: cancela a instrução anterior retornando o sistema ao modo automático para a determinação do tempo de integração (DEFAULT).

6 - TIME/SET: permite acertar o relógio interno do sistema para a inclusão do horário de medição no espectro medido. Os valores são introduzidos em pares [HH], [MM] e [SS], e a entrada é efetivada acionando novamente a tecla TIME SET. Este horário somente constará do bloco de dados que contém o espectro se o relógio interno for acertado antes de serem iniciadas as medições.

Ao desligar ou resetar o sistema o relógio interno perde esta informação e necessita ser acertado novamente.

5 - DATE/SET: da mesma maneira que a instrução anterior, este comando permite que seja incluído no espectro a data da sua medição. Após ser pressionada a tecla DATE SET é feita a introdução da data que é digitada aos pares [MM], [DD] e [AA]. Esta informação somente constará do bloco de dados que contém o espectro se a data for introduzida no sistema antes de serem iniciadas as medições e será perdida quando o sistema for desligado ou reinicializado.

3 - SEQ: esta função permite repetir periodicamente a sequência SCAN TAPE WRITE. O período de retardo de até 9999 segundos é introduzido com um número de quatro dígitos através de TIME SET. A sequência tem início logo que a tecla SEQ seja acionada novamente. Neste caso a data, o horário e um número sequencial (ID#) é gravado com cada espectro.

F - SCAN/WRITE: realiza de modo imediato uma medição seguida de gravação do arquivo na fita cassete com a inserção automática de um número de identificação sequencial (ID#).

B - SCAN/AVG: permite obter o espectro médio de uma série de medidas realizadas em sequência. O espectro médio resultante é armazenado na memória ACC, como um espectro simples. Quando esta tecla é acionada, o sistema solicita o número de espectros, 01, 02, 04 ou 08, a serem medidos. A medição pode então ser disparada pela tecla SCAN (no nível DATA) ou pela tecla SCAN/WRITE (no nível SETUP).

7 - NEXT/FILE: procura na fita cassete a próxima posição livre para gravação ou leitura de um espectro.

D - UV/SCAN: deve ser acionado quando uma unidade detectora CE-390UV é acoplada na unidade controladora (CE-500) para operação na faixa ultravioleta.

E - VIS-IR/SCAN: indicador da presença de uma unidade detectora para a aquisição de espectros na faixa do visível e infravermelho próximo. É o estado default do sistema.

FORMAT

Terceiro nível do teclado. Permite ao operador realizar transferência e operações de razão com os espectros, bem como, determinar o conteúdo das memórias do DISPLAY (DSP) de onde os espectros podem ser transferidos para os periféricos DISPLAY, OSCILOSCÓPIO, RS232C, IMPRESSORA MATRICIAL e PLOTTER X-Y.

D - DATA1: introduz na memória DSP o conteúdo da memória DATA1.

E - REF1: idem com relação ao espectro em REF1.

9 - DATA2: idem com relação ao espectro em DATA2.

A - REF2: idem com relação ao espectro em REF2.

F - RATIO1: introduz na memória DSP o resultado da divisão de DATA1 por REF1, isto é: o espectro do fator de reflectância.

B - RATIO2: idem com relação ao DATA2 e REF2.

7 - TRANSFER: permite o intercâmbio do conteúdo das memórias DATA e REF na memória DSP. A operação é realizada ao acionar a tecla TRANSFER e as teclas das dois espectros a serem trocados, por exemplo: DATA1 com DATA2. Para finalizar a operação deve se pressionar a tecla TRANSFER novamente. Nesse caso, uma nova razão entre os espectros pode ser gerada ao acionar a tecla RATIO. Esta função também pode ser usada para transferir os espectros contidos em DATA, REF, ou RATIO da memória DSP para a memória ACC, de onde podem ser gravados na fita cassete ou transmitidos através da porta serial RS232. A sequência deve ser: [TRANSFER] [ID#] [TRANSFER] e o controle retorna para o primeiro nível do teclado de funções.

As funções a seguir expandem, comprimem ou incrementam os espectros a serem transferidos para as unidades de saída o que possibilita a sua melhor visualização de. Os valores selecionados afetam apenas os espectros contidos na memória do display, não afetando os espectros originais.

1 - UP/DOWN: função associada aos três comandos seguintes e serve para definir o sentido em que estes atuarão sobre os arquivos DATA, REF, e RATIO da memória DSP. O estado DEFAULT é positivo.

5 - 2X - 1/2X: permite associar um fator de escala ao espectro a ser armazenado na memória DSP. Neste caso os valores permitidos são 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, e 8 e aparecem no display, a cada acionamento desta tecla, crescendo ou decrescendo conforme estipulado pela tecla UP/DOWN.

6 - +/-5%: permite incrementar o fator de escala no espectro a ser armazenado na memória DSP. O incremento é dado por múltiplos de +/- 5%, até um máximo de +/- 95%, conforme o seu sentido tenha sido estipulado pela tecla UP/DOWN. A sequência é: [+/- 5%][UP/DOWN][+/- 5%][ID#].

2 - OFF/SET: permite acrescentar uma constante aos valores dos espectros a ser armazenados nas memórias DSP sem modificar sua escala. Isso é conveniente quando as curvas tendem a se confundirem ao serem visualizadas nas unidades de saída. Os incrementos tem valores de 10/256

3 - AUTO/SCALE: permite a transferência de espectros para a memória DS numa escala que é selecionada automaticamente pelo sistema e permite a representação com a máxima resolução nas unidades de saída.

OUTPUT

Quarto nível do teclado de funções. É utilizado para definir a unidade de saída onde os espectros contidos na memória DSP serão apresentados.

F - DUAL/SCOPE: permite a visualização simultânea de dois dos espectros contidos na pilha operacional da memória DSP no monitor de um osciloscópio.

E - SCOPE: permite visualizar o espectro do topo da pilha operacional da memória DSP. Pode também ser acionado para mudar o par de espectros visualizados através de DUAL SCOPE (girar a pilha operacional).

A - DISPLAY: permite visualizar no DISPLAY os parâmetros e amplitude espectrais contidas na memória ACC. O display mostra em código hexadecimal nos primeiros dois dígitos, o endereço da memória e, nos dois restantes, o parâmetros ou amplitudes espectrais da medida. Os valores são apresentados em sequência cada vez que a tecla DISPLAY é acionada. Pode-se conseguir uma sequência mais rápida ao se pressionar a tecla duplamente e mantê-la retida na segunda vez (ver Códigos do Display).

B - CHANNEL: permite definir o endereço inicial para a apresentação do conteúdo da memória ACC no display (ver Códigos do Display).

D - FIND/ID: realiza a busca de um determinado espectro na fita cassete através de seu número de identificação (ID#) e o carrega na memória ACC. A busca é realizada da posição atual da fita para o seu final. A sequência de operação é [FIND ID#] [XXXX] [FIND ID#]. Se houver algum erro no bloco que contém o espectro o operador pode usar a função FAST FORWARD para saltá-lo (skip).

7 - X-Y/PLOT: permite enviar o espectro do topo da memória DSP para um traçador X-Y (plotter). Quando esta tecla é pressionada o traçador é inicializado em 0,0 e um retardo de aproximadamente 2 segundos, é dado para que o operador possa inserir e abaixar a pena da caneta. Esta função é abortada pela tecla OUTPUT.

6 - PRINT/DATA: permite obter, através de uma impressora matricial, a listagem dos parâmetros e amplitudes espectrais do espectro existente no topo da memória DSP.

5 - PRINT/CURVE: permite obter, através de uma impressora matricial, a listagem dos parâmetros e os gráficos das amplitudes dos espectros contidos na

memória DSP. As curvas são denominadas A, B e C e aparecem na ordem que se encontram na pilha operacional (A é a primeira). Quando se tratar de uma curva de RATIO, são impressos os parâmetros relativos as duas curvas que lhe deram origem.

2 - RS232C: possibilita a transferência do espectros contido na memória ACC através porta serial RS232 para um microcomputador, onde os dados podem ser tratados através de algum programa adequado. Neste caso, os dados possuem precisão simples (8 bits).

3 - TAPE WRITE: esta função é idêntica à descrita para o primeiro nível do teclado (DATA), quando os espectros são gravados na fita cassete após a atribuição do seu ID#.

Códigos do Display

A unidade controladora CE-500, possui um display digital de quatro caracteres que permite a comunicação visual entre o operador e o equipamento. As principais mensagens apresentadas no display são:

1.C - - : os dois primeiros caracteres separados por um ponto indicam o nível do teclado e a última do tecla pressionada (1 = DATA / C = SCAN).

4 5 - - : os dois caracteres (não separados pelo ponto) indicam a a última função solicitada no nível escolhido (4 = OUTPUT / 5 = PRINT CURVE).

. . - - : dois traços piscando indicam que o sistema aguarda a entrada de um número de dois dígitos para completar uma sequência de comando já iniciada.

- - - - : quatro traços piscando indicam que o sistema aguarda a entrada de um número de quatro dígitos.

. . - - : dois traços indicam que o equipamento está pronto para aceitar o próximo comando.

O display pode também fornecer informações sobre os parâmetros e amplitudes do espectro contido na memória ACC. Nesse caso a apresentação é acionada através de OUTPUT/DISPLAY e aparece no display de forma que os dois primeiros dígitos indicam o endereço (em hexadecimal) e os dois últimos o conteúdo da memória, como mostra a tabela seguinte:

ENDEREÇO	CONTEÚDO
F E 0 0	cheque de paridade *
F F 0 0	idem *
O D	amplitude (00 - FF / 00 - 255)

1 D	tempo de integração (01 - 64)
2 D	mês
3 D	dia
4 D	ano
5 D	horas
6 D	minutos
7 D	segundos
8 D	ID# (dois dígitos mais significativos)
9 D	ID# (dois dígitos menos significativos)
A D	número de medidas na média (01-08)
B D	A0 = autorange / 00 = manual
C D	01 = sequência / 00 = isolada
D D	01 = VIS/IR / 00 = UV
E D	0 *
F D	0 *
0 0	cheque de paridade *
0 1	idem *
0 2	amplitude do canal 2 (00 - FF)
0 3	amplitude do canal 3 (00 - FF)
.
F D	amplitude do canal 253 (00 - FF)
F E	reinicia..

Se os dados da memória ACC forem modificados pelos comandos do nível FORMAT os conteúdos destacados com um asterisco (*) passam a ter os seguintes significado para os endereços abaixo:

FE : fator de escala. O primeiro dígito indica 8 para divisão e 0 para multiplicação. O segundo dígito indica o fator (2,4, e 8).

FF : offset. O valor hexadecimal representa um número binário de oito bits onde o oitavo bit é 0 para offset positivo e 1 para o negativo. Os primeiros sete bits indicam a magnitude do offset.

ED : mostra o número de identificação do espectro (ID#).

FD : ídem.

EE = normalizado com AUTO SCALE e **00** = não normalizado.

01 : +/-5% mostra da mesma forma que em FF, a variação de escala.

Devido a formação dos dígitos do display, por segmentos LED, certas letras não podem ser representadas sem confusão e por esse motivo são representadas por um símbolo alternativo. Este é o caso da letra "B" representada por um "-" e a letra "D" representada por um espaço vazio.

Em certas circunstâncias o display apresenta mensagens de erro para que o operador possa realizar as correções necessárias.

E1 : o bloco de dados auxiliares não foi acessado.

E2 : o bloco de dados auxiliares está incorreto.

EE : bloco de dados espectrais vazio.

EF : dados gravados ou lidos incorretamente.

EF : loop de leitura (pressionar qualquer tecla para parar).

CA55 : fita não disponível no gravador.

FFFF : fim da fita.

5555 : bateria esgotada (a seguir o display apresenta a sequência: 4444, 3333, 2222, 1111 finalizada por dois pontos).

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

O teclado multinível da unidade controladora CE-500 permite que as operações de medição e saída dos dados radiométricos sejam programadas de diferentes maneiras como se pode ver nos fluxogramas apresentados nas figuras 6 e 7. Pode-se perceber que o número de configurações possíveis é bastante grande, entretanto, algumas são mais frequentes do ponto de vista operacional como pode ser observado nos exemplos seguintes:

a. inserir horário, inserir data, adquirir espectro, identificar o espectro e gravar.

**[ON/RESET] [SETUP] [DATE/SET] [MMDDAA] [TIME/SET]
[HHMMSS] [TIME/SET] [DATA] [SCAN] [TAPE/WRITE] [XXXX]
[TAPE/WRITE]**

e a sequência se repete à partir de SCAN, para cada espectro medido.

b. adquirir espectro, gravar com horário, data e identificação (modo automático).

**[ON/RESET] [SETUP] [DATE/SET] [MMDDAA] [TIME/SET]
[HHMMSS] [TIME/SET] [SCAN/WRITE]**

c. gravar espectro médio de 4 aquisições com horário, data e identificação.

**[ON/RESET] [SETUP] [DATE/SET] [MMDDAA] [TIME/SET]
[HHMMSS] [TIME/SET] [SCAN/AVG] [4] [SCAN/WRITE]**

nos dois últimos casos, a sequência se repete à partir de SCAN WRITE, para cada espectro medido.

d. gravar espectro médio de 4 aquisições, à cada 45 seg., gravar com horário data.

**[ON/RESET] [SETUP] [DATE/SET] [MMDDAA] [TIME/SET]
[HHMMSS] [TIME/SET] [SCAN/AVG] [4] [SEQ] [0045] [SEQ]**

a sequência se repete à partir de SEQ, com um retardo de 45 segundos e será interrompida quando a fita se acabar ou acionando o **[RESET]**.

e. ler dois espectros da fita, calcular a sua razão e imprimir os dados e curvas.

**[ON/RESET] [DATA] [TAPE/READ] [DATA 1] [TAPE/READ] [REF1]
[FORMAT] [DATA1] [REF 1] [RATIO] [OUTPUT] [PRINT/DATA]
[PRINT/CURVE]**

f. ler 3 espectros da fita e transferir para o computador (exige um programa).

**[ON/RESET] [DATA] [TAPE/READ] [RS232] [TAPE/READ] [RS232]
[TAPE/READ] [RS232]**

g. adquirir espectros com tempo de integração de 8/60 seg. e gravar auto.

**[ON/RESET] [SETUP] [DATE/SET] [MMDDAA] [TIME/SET]
[HHMMSS] [TIME/SET] [SCAN/TIME] [XX] [SCAN/WRITE]**

e a sequência se repete à partir de SCAN WRITE, para cada espectro medido. Para voltar ao modo automático usar a tecla **[AUTO RANGE]**

h. localizar espectro na fita, verificar o conteúdo no display.

**[ON/RESET] [OUTPUT] [FIND ID#] [XXXX] [DISPLAY] [DISPLAY]
[DISPLAY] ... [DISPLAY]**

cada parâmetro e amplitude é apresentado no display na forma hexadecimal (ver Códigos do Display).

Cuidados com o Equipamento

O SPECTRON SE-590 é um instrumento de precisão e por conter partes ópticas e eletrônicas delicadas deve ser mantido em condições adequadas para que os dados produzidos sejam confiáveis e o equipamento tenha a durabilidade que dele se espera. Desta forma devem ser mantidos os seguintes cuidados na sua utilização:

1. manter o equipamento protegido do calor e umidade e poeira;
2. evitar choques e vibrações excessivas no transporte;
3. carregar a bateria interna apenas quando esgotada. Uma carga completa pode ser obtida em aproximadamente 15 horas e dura 2h;
4. leve sempre uma bateria externa (12VDC) de reserva;
5. limpar regularmente as partes ópticas com material adequado;
6. manter as fitas cassete protegidas do calor e de campos magnéticos;
7. procure usar a fita cassete até o seu final e só então rebobiná-la;
8. antes de utilizar uma fita nova avance-a até o final e então rebobine.
9. evite utilizar o equipamento em níveis de radiação maiores que o de saturação, pois a unidade detectora pode ser danificada;
10. ao introduzir um adaptador ótico (1, 15 ou coletor coseno) não remova a placa com fenda da unidade detectora;
11. nunca desmontar o equipamento. Em caso de mau funcionamento consultar o manual e repetir cuidadosamente os procedimentos.
12. quando utilizar a fonte externa tome cuidado para ajustar a voltagem correta (110 ou 220V).

Leituras Sugeridas

Milton, E. J. Principles of Field Spectroscopy. Int. Journal of Remote Sensing, 46(5)1980.

Steffen, C. A. Técnicas Radiométricas com o Spectron SE-590. In: Tutorial de Radiometria. VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, 1993.

Steffen, C. A.; J. L. de Oliveira; F. F. Gama. O Programa Espectro. 1992. INPE 8842 - PRE/042.

Spectron Eng. Inc. Operating Manual - SE 590 Field Portable Data-Logging Spectroradiometer.

ANOTAÇÕES
