
Posicionamento, no campo, com precisão melhor que um metro

• Autor: STEVEN M. CHAMBERLAIN

• Traduzido por ALISON VIEIRA DE VASCONCELOS (*), com permissão do autor.

SUMÁRIO

O Sistema de Rastreamento de Satélites "Transit" tem sido usado pela comunidade cartográfica desde o final da década de 1960, em levantamentos sísmicos, demarcação de limites e mapeamento. Para obter precisão superior a 1 (um) metro, era necessário que os dados do "Transit" fossem coletados e gravados no local do levantamento e entregues a um centro de processamento de dados. Ali, os dados eram processados para se obterem as posições desconhecidas dos locais dos levantamentos, com precisão melhor que um metro, usando técnicas de Translocação, como ajustamentos da órbita de arcos curtos, ou usando efemérides precisas. Como consequência desses processos, freqüentemente as posições desconhecidas eram determinadas após semanas e até meses, depois que as estações eram desocupadas. Se os dados de campo não fossem adequadamente gravados, devido a erros do operador ou falhas do equipamento, então as estações onde esses dados eram originados teriam que ser reocupadas à custa de mais despesas. Aperfeiçoamentos recentes no projeto dos receptores do Sistema Transit permitem agora a imediata determinação das posições geográficas no próprio campo, com precisões superiores a um metro, sem ser necessário recorrer-se a um centro de processamento de dados.

A geração atual dos receptores do Sistema "Transit" encerra microprocessadores que competem com o poder dos minicomputadores. A utilização da técnica de Translocação no campo é possível graças ao uso de microprocessadores. A sofisticada técnica da Translocação de Arcos Semicurtos e outros recentes aperfeiçoamentos de algoritmos computacionais tornaram uma realidade o posicionamento com precisão melhor que um metro.

INTRODUÇÃO

O Sistema de Satélite Transit tem sido usado com precisão em levantamentos desde 1964. Tem sido usado em numerosas aplicações, incluindo explorações sísmicas, posicionamento de plataformas de perfuração de petróleo, assentamentos de dutos e cabos de transmissão, demarcação de limites, cartografia, planejamentos de estradas, análise de movimento da crosta e de massas glaciais, manobras militares, fotogrametria e levantamentos cadastrais. O Sistema "Transit" foi originalmente desenvolvido pela Marinha dos Estados Unidos para a esquadra dos submarinos Polaris, com o objetivo de ajudar a navegação e a comunicação destes. Logo, reconheceu-se que esse sistema poderia ser usado não somente na navegação de navios, mas também em aplicações geodésicas. Os primeiros receptores de satélite como o AN/PRR-14 GEOCEIVER, que a Magnavox desenvolveu para o Governo dos Estados Unidos, eram simplesmente dispositivos que recebiam dados dos satélites e perfuravam os dados em fita de papel. Posteriormente, os dados da fita eram lidos e calculados por um computador. Em 1978, a Magnavox apresentou o Rastreador MX 1502, o primeiro receptor que recebia e processava os dados no campo. O método computacional original para a determinação de posições foi o das estações isoladas ("point positioning") que oferecia precisão da ordem de 5 a 10 m. O MX 1502 tem usado esse método desde que foi concebido. Em meados de 1970, um método computacional chamado de Translocação foi, pela primeira vez, usado num grande computador. Ele conduz a precisões em torno de 1 (um) metro. Desde então, outros refinamentos foram feitos, resultando agora na possibilidade de calcular posições com precisão superior a 1 metro. No começo, esses cálculos somente podiam ser feitos

*) Capitão Engenheiro — Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo — Divisão de Cartografia e Informações Aeronáuticas.

em grandes ou minicomputadores. Em 1980, a Magnavox incorporou ao MX 1502 a técnica da Translocação de Arcos Semicurtos, a fim de que o usuário pudesse, de maneira exata, determinar posições no campo com precisão melhor que um metro, sem a necessidade de um centro de processamento de dados.

COMO O TRANSIT OPERA

A fim de poder-se entender as técnicas usadas no posicionamento com precisão superior a um metro, utilizando-se o Sistema de Satélite Transit, é necessário entender, em primeiro lugar, sua maneira de operar.

O Sistema de Satélites Transit foi criado e é mantido pela Marinha dos Estados Unidos. Existem, atualmente, cinco Satélites Transit em órbita ao redor da Terra, havendo a possibilidade de outros serem lançados num futuro próximo. Cada satélite tem uma órbita polar com um período de, aproximadamente, 1 (uma) hora e 47 (quarenta e sete) minutos e uma altura de cerca de 1000 Km sobre a superfície da Terra. Enquanto um desses satélites viaja continuamente sobre a Terra, transmite continuamente uma corrente de dados digitais, os quais são modulados em fase através de frequências estáveis de 400 e 150 MHz. Uma parte desses dados digitais contém uma mensagem de navegação (Conjunto A da mensagem) que define a posição do satélite em relação ao tempo. O conjunto A da mensagem é retransmitido pelo satélite a cada 2 min, a partir de uma memória

localizada no satélite. A memória do satélite é reavivada, em média, a cada 12 horas por uma estação situada em terra, a qual lhe injeta novos dados, procedimento necessário, uma vez que os dados da mensagem do satélite são dados efêmeros prognosticados e degradam-se com o tempo. Para usar o sistema, o usuário coloca um receptor na superfície da Terra com uma antena situada no local a ser posicionado. Um dos satélites passa dentro do campo de atuação de um receptor a cada 1,5 a 2 horas, em média, dependendo da latitude do lugar. Enquanto o satélite passa dentro do campo de captação da antena receptora, o receptor sincroniza-se com as duas frequências do satélite. Os dados digitais são demodulados pelo receptor. Tendo em vista o efeito "Doppler" causado pelo movimento do satélite e da rotação da Terra, as frequências recebidas na antena do receptor variam enquanto os satélites passam. O receptor conta os ciclos das frequências nos intervalos de tempo que são, normalmente, considerados a partir da demodulação dos "bits" dos dados digitais. Nos receptores mais antigos, os dados digitais e as frequências "Doppler" são simplesmente gravados em algum meio, como fita de papel ou fita magnética cassete, para posterior processamento num centro de computação. Nos novos receptores MX 1502, os dados não são somente gravados; mas, também, são processados imediatamente por um microprocessador localizado dentro do próprio receptor.

Os dados digitais que especificam onde o satélite se encontra em relação ao tempo são combinados com os dados da frequência "Doppler", propiciando a localização da antena receptora. Finalmente, o Sistema de Satélites



FIGURA 1. O RECEPTOR MX 1502

Transit pode ser usado em qualquer lugar da terra sob quaisquer condições atmosféricas, incluindo temperaturas e umidades extremas, chuvas, granizo, neve, período diurno ou noturno.

O MX 1502

O MX 1502 é um dos mais avançados receptores do Sistema Transit. Ele foi apresentado pela Magnavox em 1978. Basicamente, consiste em dois módulos físicos: a unidade receptora e a unidade da antena.

A unidade receptora contém um receptor eletrônico com dois canais, um microprocessador, um gravador de fita cassete, um painel de controle, um oscilador de cristal e, opcionalmente, um "modem". A unidade da antena contém seu próprio preamplificador. O MX 1502 é alimentado por uma bateria comum de 12 volts. O equipamento é robusto, leve e compacto, para facilitar o transporte. A unidade receptora pesa 19 Kg e mede 40 x 35 x 30 cm. A antena pesa 7,7 Kg na sua caixa que mede 59 x 24 x 24 cm. As unidades são capazes de suportar uma queda de 60 cm de altura numa superfície dura e podem flutuar na água, acomodadas nas suas caixas. O MX 1502 tem sido usado com sucesso no deserto, nas regiões árticas, em montanhas e em áreas tropicais. Ele é protegido contra a intempérie, à prova d'água, à prova de poeira e opera numa gama de temperaturas que varia de -25°C a $+55^{\circ}\text{C}$. A unidade receptora é operada num painel situado na parte superior do equipamento, dispondo de um teclado protegido contra agressões ambientais. Tanto os comandos quanto os dados podem ser inseridos através do teclado. Um mostrador linear permite que

informações de "status" e os valores calculados sejam mostrados quando solicitados. Um gravador de fita cassete é usado para gravar os dados do satélite juntamente com os resultados calculados. Também pode ser usado na leitura de dados já gravados para verificação ou posterior processamento. Visto que o MX 1502 tem concepção modular, pode ser reparado no campo. Ele dispõe de testes que diagnosticam a maioria das partes a nível de placa. Uma impressora pode, opcionalmente, ser conectada à unidade receptora para imprimir os resultados das posições calculadas.

TRANSLOCAÇÃO

A principal característica que permite ao Sistema de Satélites Transit conseguir resultados melhores que um metro é a Técnica da Translocação. Algumas literaturas chamam essa técnica de "Translocação dos Arcos Semicurtos". Ela envolve dois ou mais receptores de satélites: um instalado num ponto de controle cujas coordenadas já tenham sido determinadas em algum "datum"; o(s) outro(s) instalado(s) em ponto(s) cujas coordenadas são desconhecidas (remotos) e devem ser determinadas (ver figura 2). Não há necessidade de haver intervisibilidade entre os pontos, podendo os pontos a serem determinados estar separados do ponto de controle por distâncias de até 1000 Km. Assim, todos os receptores rastreiam um conjunto comum de passagens de satélites por um determinado período de tempo. Em geral, quanto maior o período de rastreamento, tanto mais precisos os resultados. Cada receptor dispõe de um dispositivo para gravação como, por exemplo, um gravador de

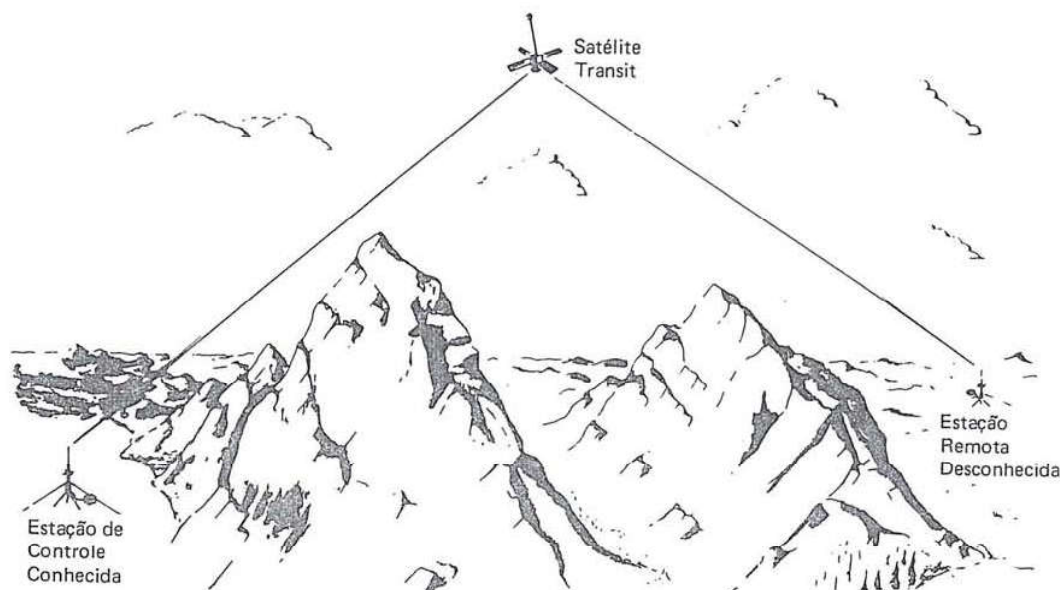


FIGURA 2. TRANSLOCAÇÃO

fita cassete, que é usado para gravar as mensagens difundidas pelo satélite, os dados das frequências "Doppler" e várias outras informações. No final da fase de aquisição, os dados gravados, tanto no ponto de controle quanto nos pontos remotos, são introduzidos num computador que, então, calcula as coordenadas dos pontos remotos com precisão de centímetros, usando o esquema geral descrito a seguir. A posição do ponto de controle é conhecida. As posições dos satélites em relação ao tempo são dadas pelas mensagens difundidas e podem estar eivadas de erros da ordem de 50 m, visto que essas posições são previstas e não atuais. Os dados das frequências "Doppler" no ponto de controle podem agora ser usados com as coordenadas conhecidas desse ponto, a fim de corrigirem-se as posições dos satélites. Uma vez que as posições dos satélites tenham sido corrigidas, essas informações podem ser combinadas com as frequências "Doppler" nos pontos remotos, a fim de calcular-se as coordenadas desses pontos. O satélite atua como um elo entre o ponto conhecido e o desconhecido. Observe que esse procedimento produz um posicionamento relativo entre o ponto remoto e o ponto de controle. Hoje, o processo acima descrito consiste num único cálculo, o qual utiliza os mínimos quadrados nas frequências "Doppler", para resolver algumas variáveis, incluindo a latitude, longitude e a altura da antena no ponto remoto.

Originalmente, a parte computacional do processo da Translocação era levada a cabo através de um computador de grande porte, o qual processava os pontos mais tarde, ou seja, após a aquisição dos dados no campo, utilizando programas em Fortran. Esse procedimento permitia que fossem obtidos os resultados esperados, porém apresentava vários inconvenientes. As fitas que eram gravadas no campo, normalmente, levavam semanas e até meses para serem processadas; pois, para isso, eram conduzidas ao gabinete, após as estações serem evacuadas. Se fosse constatado que os dados eram ruins, devido a erros de operadores ou falha do equipamento, seria possível que as coordenadas de determinados pontos não pudessem ser calculadas. Assim, esses pontos teriam que ser reocupados, à custa de despesas adicionais. Além disso, algumas aplicações poderiam não tolerar o atraso que seria necessário para o processamento posterior. Algumas pessoas poderiam não ter acesso a computadores e ao "Software" necessário ao processamento. Outros queriam evitar os custos associados à utilização de um centro de computação. Os receptores mais recentes, como o Magnavox MX 1502, eliminaram essa necessidade, por terem capacidade interna de processar os dados do satélite no próprio campo.

TRANSLOCAÇÃO NO CAMPO COM O MX 1502

Em 1980, a Magnavox foi a primeira fabricante de receptores de satélite a oferecer aos usuários a possibilidade de computar todos os procedimentos de uma Translocação

de Campo, tornou-se possível ao reprogramar-se a memória do microprocessador existente dentro da unidade MX 1502. Qualquer MX 1502 pode ser aperfeiçoado de maneira que possibilite essa característica, simplesmente trocando-se a placa de memória dentro da unidade. O microprocessador, que é atualmente um minicomputador miniatura, é o coração do MX 1502. Ele controla a operação do receptor de satélites, o mostrador, o gravador de fita cassete e os dispositivos internos. Ademais, ele executa todos os cálculos internos, tais como os de posições (coordenadas).

Qualquer MX 1502 equipado com a característica da Translocação de Campo pode calcular uma posição por Translocação. Este poderia ser uma unidade da estação de controle, a da estação remota ou uma unidade sobressalente. O procedimento para computar uma posição por Translocação é, basicamente, o seguinte:

- 1 — As fitas cassetes da estação de controle e da estação remota são trazidas para um MX 1502 que dispõe da característica da Translocação de campo.
- 2 — A posição da estação de controle conhecida (latitude, longitude e altitude) é introduzida na unidade, pelo teclado.
- 3 — A unidade é comandada pelo teclado para ler a fita cassete que foi gravada na estação de controle.
- 4 — A posição aproximada da estação remota é introduzida na unidade, através do teclado.
- 5 — A unidade é comandada pelo teclado para leitura da fita cassete gravada na estação remota.
- 6 — A unidade calcula, então, a posição translocada da estação remota. Assim, o usuário pode obter, através do mostrador, as coordenadas da estação com latitude, longitude e altura.

Os dados do cassete com qualquer número de passagens de satélites podem ser introduzidos na unidade, ou seja, incluídos na solução da translocação. Entretanto, somente as passagens que foram rastreadas simultaneamente na estação de controle e na remota podem ser usadas. Normalmente, os dados de dezessete passagens comuns são suficientes para permitir uma precisão melhor que 1 m. Após ter sido feito o cálculo de uma posição por Translocação, o usuário pode algumas vezes aumentar a precisão de posição calculada, reiterando o cálculo da Translocação. Isso é especialmente verdade quando a estimativa inicial (coordenadas iniciais) do sítio remoto é pobre. Isso significa que a primeira posição calculada por Translocação é usada como posição estimada para um segundo cálculo de Translocação e o processo é repetido. Na maioria dos casos (não em todos), uma terceira ou outra interação de maior ordem não trará um aperfeiçoamento significativo da precisão.

A precisão da posição translocada é afetada pelo equilíbrio entre as passagens dos satélites que têm um relacionamento geométrico diferente em referência à posição da antena do receptor. A precisão da latitude calculada é aumentada quando existe um bom equilíbrio entre passagens de

continua na pág. 23

CONVITE

Em nome do Presidente e dos demais
membros da Diretoria da Sociedade Internacional
de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto,
da Sociedade Brasileira de Cartografia
e da Comissão Organizadora, tenho o prazer e
a honra de convidá-lo e a sua família para participar
das atividades técnicas e sociais do
XV Congresso Internacional de Fotogrametria
e Sensoriamento Remoto, no Rio de Janeiro,
durante o período de 17 a 29 de junho de 1984.

Placidino M. Fagundes
Diretor do Congresso

ÍNDICE

ASSUNTO

1. Comissão Organizadora
 2. Datas e Local
 3. Exposições:
 - Comercial
 - Dos membros da ISPRS
 - CientíficaEmpresa Coordenadora das Exposições
 4. Sessões Técnicas:
 - Teor das Sessões
 - Trabalhos de Autores Convidados
 - Trabalhos Apresentados Voluntariamente
 - Trabalhos ilustrados com cartazes
 - Diretrizes para apresentação de trabalhos
 - Comissões Técnicas
 5. Relatórios:
 - Relatórios das Comissões
 - Relatórios dos Membros Nacionais
 6. Línguas
 7. Arquivos
 8. Cronograma Preliminar do Congresso
 9. Programa de Apoio
 10. Facilidades para Viagens
 11. Boas Vindas ao Rio
- ANEXO: FORMULÁRIO DE INSCRIÇÃO
PROVISÓRIA

1. COMISSÃO ORGANIZADORA

A organização do XV Congresso Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto foi atribuída, pela Assembléia Geral do XIV Congresso, em Hamburgo, República Federal da Alemanha, à Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC). Para realizar essa tarefa, a SBC nomeou a seguinte Comissão:

Diretor do Congresso
Placidino M. Fagundes
Assessores do Diretor do Congresso
Claudio I. Lucarevski
Vincenz E. Poelsler
Secretário do Congresso
Hanns J. C. von Studnitz
Secretário Científico
Ivan A. Medina
Responsável por Contatos Locais
Fernando R. de Carvalho

Presidentes de Comitês:

Programação Técnica
Fernando Mendonça
Finanças
Paulo Cesar T. Trino
Exposições
Eduardo Silveira
Acompanhantes
Ana Maria Coutinho
Eventos Sociais
Newton Câmara
Excursões Turísticas
Roberto Cunha
Excursões Técnicas
Adahyl S. Carrilho

Endereço da Comissão Organizadora

Secretaria do XV Congresso da ISPRS – Rua México,
41 – Grupo 706 – Castelo – Rio de Janeiro – RJ. – CEP
20031 – **BRASIL**.

Números de Telex
(021) 21859 BR
(021) 21400 BR

Números de Telefone
(021) 240-6901
(021) 270-1537

2. DATAS E LOCAL DO CONGRESSO

O XV Congresso será realizado no período de 17 (domingo) a 29 (sexta-feira) de junho de 1984. Ele terá lugar no RIO CENTRO, na Cidade do Rio de Janeiro. Os eventos sociais serão, preferencialmente, realizados nos hotéis Nacional e Intercontinental, mas também poderão ter lugar em outros locais julgados convenientes.

3. EXPOSIÇÕES

Um ponto alto do Congresso será a exposição internacional que se subdividirá em 3 partes:

Exposição Comercial

Fabricantes, distribuidores, companhias de serviço, e outras empresas comerciais disporão de espaço no amplo *Pavilhão de Exposições* do RIO CENTRO. Pormenores das facilidades para as exposições e taxas de arrendamento de espaço podem ser obtidos com a empresa Coordenadora das Exposições.

Exposição dos Membros da ISPRS

As organizações membros da ISPRS será oferecido espaço gratuito para exposição, em área localizada no Pavilhão de Congressos do RIO CENTRO. Informações para obtenção desse espaço devem ser solicitadas à Coordenadora das Exposições.

Exposição Científica

Às Organizações Científicas e Instituições Educacionais será também oferecido espaço gratuito para suas exposições, o qual ficará situado junto aos Auditórios das Sessões Técnicas, no Pavilhão de Congressos do RIO CENTRO. Pedidos para reserva de espaço devem ser dirigidos à Coordenadora das Exposições.

Empresa Coordenadora das Exposições

A firma FOCO – Feiras, Exposições e Congressos Ltda. foi selecionada para administrar as exposições do Congresso. A FOCO tem uma vasta experiência, não apenas no Brasil, mas também em muitos países do Continente Americano, assim como, na Europa, na Ásia e na África. A FOCO é afiliada à Associação Internacional de Congressos e Convenções – ICCA. Todos os pedidos de informações relativas às Exposições Comercial, Científica e de Membros da ISPRS devem ser endereçados a:

FOCO – Feiras, Exposições e Congressos Ltda. –
Rua da Assembléia, nº 10 – 35º – RJ. Nº do telex
(021) 21864 – FOCO – BR – Tel.: (021) 221-2002.

4. SESSÕES TÉCNICAS

O ponto alto de todo Congresso são as Sessões Técnicas nas quais são relatados novos progressos, são apresentados resultados de testes e intercâmbias das informações.

Teor das Sessões

As sessões técnicas serão estruturadas em função do trabalho das sete Comissões Técnicas da ISPRS. A escolha de tópicos e a seleção de trabalhos para Sessões Técnicas são da responsabilidade dos Presidentes das Comissões Técnicas. As sessões

podem ser devotadas ao tema geral da Comissão ou apresentar as atividades dos Grupos de Trabalho dentro da Comissão. Se consideradas apropriadas, podem ser programadas sessões inter-comissões.

Ao organizar o teor das Sessões Técnicas, os Presidentes das Comissões têm de contar com três tipos de trabalhos:

Trabalhos de Autores Convidados

Os Presidentes das Comissões podem, tanto diretamente como através dos presidentes de seus grupos de trabalho, convidar renomados especialistas para abordar tópicos importantes, da competência da Comissão. Os trabalhos dos autores convidados devem ser remetidos para a Secretaria do Congresso, de acordo com diretrizes a serem fornecidas. Todos os trabalhos de Autores Convidados serão publicados nos Arquivos do Congresso.

Trabalhos Apresentados Voluntariamente

Trabalhos técnicos relacionados à Fotogrametria e ao Sensoriamento Remoto podem ser submetidos por qualquer autor ou grupo de autores para apreciação quanto à sua apresentação no Congresso. Estes *Trabalhos Apresentados Voluntariamente* devem ser encaminhados, através da Secretaria do Congresso, à Comissão Técnica ou Grupo de Trabalho ao qual o tópico diz respeito. Trabalhos submetidos sem designação de uma das Comissões Técnicas serão atribuídos, pela Secretaria, à Comissão mais apropriada. Cada Presidente de Comissão é responsável pela revisão dos Trabalhos Apresentados. Ele pode decidir: (1) se o trabalho deve ser apresentado, oralmente, em uma das Sessões Técnicas de sua Comissão; (2) se ele deve ser incluído nos Arquivos, mas não ser apresentado, oralmente, no Congresso; (3) se ele seria mais apropriado para apresentação em uma Sessão Ilustrada com Cartazes; (4) se ele não traz uma contribuição substancial para a Fotogrametria ou o Sensoriamento Remoto e deve ser rejeitado. Todos os autores serão notificados quando seus trabalhos tiverem sido avaliados.

Todos os *Trabalhos Apresentados Voluntariamente*, que sejam aceitos, serão publicados nos Arquivos do Congresso.

Presidentes de Comissões, Presidentes de Grupos de Trabalho, e organizações membros da ISPRS devem incentivar a preparação de *Trabalhos Apresentados Voluntariamente*.

Trabalhos Ilustrados com Cartazes

Alguns tópicos são de interesse para grupos especiais de participantes do Congresso ou podem ser mais adequados para apresentação a um número de pessoas que podem discutir, imediatamente, com o autor. Para este fim, *Sessões Ilustradas com Cartazes*,

consignadas às Comissões Técnicas, serão incluídas no cronograma do Congresso. Um amplo salão, adjacente às Sessões Técnicas, no RIO CENTRO, será provido de repartições e painéis para exibição de cartazes ou outros recursos visuais. Os autores devem analisar, cuidadosamente, se seus assuntos são apropriados para apresentação como *Trabalho Ilustrado com Cartazes*. Os Presidentes de Comissões podem encaminhar trabalhos às *Sessões Ilustradas com Cartazes*, se eles acreditarem que o seu formato seria mais adequado para isso do que para sua apresentação em uma Sessão Técnica. Os autores de *Trabalhos Ilustrados com Cartazes* devem preparar uma versão escrita para publicação nos Arquivos do Congresso.

Diretrizes para apresentação de Trabalhos

A todos aqueles que indicarem, no *Formulário de Inscrição Provisória*, que pretendem preparar um trabalho para o Congresso, serão remetidas instruções quanto ao formato, à extensão, ao uso de recursos visuais e ao horário. O horário é o aspecto mais crítico e os autores que não se sujeitarem a ele, podem ter seus trabalhos excluídos do Programa do Congresso e dos Arquivos.

Comissões Técnicas

Autores em perspectiva devem lembrar-se de que as Comissões Técnicas da ISPRS são as seguintes:

COMISSÃO

I – Aquisição de Dados Primários

COMISSÃO

II – Instrumental para Redução e Análise de Dados.

COMISSÃO

III – Análise Matemática de Dados.

COMISSÃO

IV – Aplicações Cartográficas e Bancos de Dados de Fotogrametria e de Sensoriamento Remoto.

COMISSÃO

V – Outras aplicações da Fotogrametria e do Sensoriamento Remoto.

COMISSÃO

VI – Aspectos Econômicos, Profissionais e Educacionais da Fotogrametria e do Sensoriamento Remoto.

COMISSÃO

VII – Interpretação de Dados Fotográficos e de Sensoriamento Remoto.

5. RELATÓRIOS

São esperados Relatórios das Comissões Técnicas e das organizações membros.

Relatórios das Comissões

Espera-se que cada Presidente de Comissão Técnica prepare um relatório sobre as atividades de sua Comissão. Estes relatórios têm o mesmo "status" dos Trabalhos Apresentados, podem ser apresentados em uma Sessão Técnica e serão publicados nos Arquivos do Congresso.

Relatórios dos Membros da ISPRS

Cada organização-membro é encorajada a submeter ao Congresso um relatório resumindo suas atividades nacionais, durante o período 1980-84. Tais relatórios têm o mesmo "status" dos Trabalhos Apresentados. Eles serão publicados nos Arquivos do Congresso, mas não serão escalados para apresentação oral durante o Congresso.

Recomendações para a preparação dos Relatórios dos Membros da ISPRS serão remetidas a cada organização membro.

6. LÍNGUAS

As línguas oficiais da ISPRS são o Inglês, o Francês e o Alemão. Todos os trabalhos e relatórios devem ser

redigidos e apresentados em uma dessas três línguas. Será provida tradução simultânea, entre estas 3 línguas, em todas as sessões oficiais do Congresso e nas Sessões Técnicas regularmente cronogramadas, mas não nas *Sessões Ilustradas com Cartazes*. Sessões Técnicas adicionais, sem tradução simultânea, serão programadas de acordo com as solicitações dos Presidentes de Comissões. De acordo com o Art. 34 do Regulamento Interno da ISPRS, haverá, também, tradução das 3 línguas oficiais para o português.

7. ARQUIVOS

Os arquivos do XV Congresso constituirão o Volume XXV na série contínua da ISPRS. Eles serão publicados em duas partes:

A Parte A, a ser impressa e distribuída no início do Congresso, conterá todos os Trabalhos Convidados e todos os Trabalhos Apresentados e aceitos.

A Parte B, a ser impressa e distribuída após o Congresso, conterá os Anais do Congresso, as Resoluções das Sessões Plenárias e as Decisões da Assembleia Geral.

8. CRONOGRAMA PRELIMINAR DO CONGRESSO

O cronograma planejado para o Congresso é apresentado abaixo. Note-se que a Cerimônia de Abertura terá lugar na noite de domingo, 17 de junho.

DATE	CRONOGRAMA PRELIMINAR									
	9.00-10.30		11.00-12.30	12.30-13.30	13.30-15.00		15.30-17.00	18.00	20.00	21.00 22.00
DOM 17.06										
			INSCRIÇÕES					CERIMÔNIA DE ABERTURA	INAUGURAÇÃO DAS EXPOSIÇÕES	COCKTAIL DE BOAS VINDAS
SEG 18.06	REUNIÃO DE INFORMAÇÕES		SESSÕES TÉCNICAS		S. T.		S. T.			
TER 19.06	S. T.		S. T.		ASS. GERAL SESSÕES C/MURAIS		S. T.		RECEPÇÃO	
QUA 20.06	S. T.		S. T.		S. T.		S. T.			
QUI 21.06	S. T.		S. T.		ASS. GERAL SESSÕES C/MURAIS		S. T.		FESTA DOS EXIBIDORES	
SEX 22.06	S. T.		S. T.		S. T.		S. T.		EVENTO SOCIAL	
SAB 23.06	EXCURSÕES				EXCURSÕES					
DOM 24.06	EXCURSÕES				EXCURSÕES				EVENTO SOCIAL	
SEG 25.06	S. T.		S. T.		S. T.		S. T.			
TER 26.06	S. T.		S. T.		ASS. GERAL SESSÕES C/MURAIS		S. T.		EVENTO SOCIAL	
QUA 27.06	VISITAS				VISITAS					
QUI 28.06	S. T.		S. T.		ASS. GERAL SESSÕES C/MURAIS		REUNIÃO ADMINISTRATIVA		EVENTO SOCIAL (BANQUET)	
SEX 29.06	S. T.		S. T.		SESSÃO PLE-		TÉCNICA NÁRIA	SESSÃO PLENÁRIA DA ISPRS	CERIMÔNIA DE ENCERRAMENTO	

9. PROGRAMA DE APOIO

Em aditamento aos assuntos técnicos do Congresso, haverá ampla oportunidade para contatos pessoais, os quais constituem uma faceta importante dessa Reunião Internacional.

Serão promovidos eventos sociais, tanto para os participantes do Congresso, como para os acompanhantes, no horário noturno.

Serão planejadas Excursões a muitas áreas pitorescas nas cercanias do Rio de Janeiro, para o sábado 23 e o domingo 24 de junho.

Para os participantes do Congresso, serão programadas *Excursões técnicas* na quarta-feira 26 de junho.

Diversas oportunidades serão proporcionadas aos acompanhantes para bem aproveitarem a vida social, a recreação e as atrações turísticas do Rio de Janeiro e para fazerem compras.

O clima no Rio é muito agradável em junho. A temperatura é suave, as chuvas são mínimas e podem ser esperados dias de sol, céu limpo e noites frescas.

10. FACILIDADES PARA VIAGENS

A empresa brasileira de aviação VARIG foi selecionada como transportadora oficial do XV Congresso de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto.

A BEL-AIR VIAGENS LTDA. foi selecionada como a Agência Oficial de Viagens do Congresso. A companhia é também afiliada à Associação Internacional de Congressos e Convenções ICCA. Em conjunto com

agências de viagens em outros países, a BEL-AIR promoverá facilidades ou tarifas especiais para grupos de passageiros que utilizem a transportadora oficial.

A BEL-AIR já bloqueou um número suficiente de quartos de hotéis de diversas categorias a fim de evitar problemas à época do Congresso.

O endereço da Agência é:

BEL-AIR VIAGENS S.A.

Av. Graça Aranha, 145 – Grupo 906

Rio de Janeiro, BRASIL

Telex nº (021) 22590 BELAIR-BR.

Tel.: (021) 292-1212

EMBRATUR Nº 080.050.100/4

11. BEM VINDOS AO RIO

Caros colegas:

A Comissão Organizadora espera ver você e os seus acompanhantes, aqui no Rio, em 1984. Faremos tudo para garantir que sua visita seja agradável e plena de informações.

Se você planeja comparecer ou, ao menos, tem esperanças de poder fazê-lo, queira preencher e nos remeter o FORMULÁRIO DE INSCRIÇÃO PROVISÓRIA anexo. Ele não implica obrigação alguma de sua parte, mas nós lhe enviaremos outras informações a medida que nossos planos se tornem mais concretos.

Vejo você no Rio!

Placidino M. Fagundes
Diretor do Congresso

FORMULÁRIO DE INSCRIÇÃO PROVISÓRIA

Para: SECRETARIA DO XV CONGRESSO DA ISPRS
Rua México, 41 – Grupo 706 – Castelo – CEP 20.031
Rio de Janeiro – RJ.
BRASIL

Assinale com (x)

_____ Favor remeter-me informações adicionais sobre as Exposições

_____ Pretendo participar do XV Congresso da ISPRS

_____ Espero ser acompanhado por _____ pessoas

_____ Pretendo submeter um

_____ Trabalho Apresentado

_____ Trabalho Ilustrado com Cartazes

à Comissão Técnica nº _____

ÚLTIMO NOME

PRIMEIRO NOME

INICIAL DO NOME DO MEIO

TÍTULO/OCUPAÇÃO

ORGANIZAÇÃO/INSTITUIÇÃO

ENDEREÇO POSTAL

PAIS

ASSINATURA

DATA

Favor devolver este formulário à Secretaria do Congresso tão breve quanto possível. Autores em perspectiva devem anotar que os Sumários de trabalhos serão solicitados para Agosto de 1983. Informações adicionais sobre as exposições, o formato dos trabalhos, o horário, as providências para viagens e reservas de hotel serão remetidas àqueles que devolverem este formulário. Você não incorre em qualquer obrigação ao devolver esta Inscrição Provisória.

satélites de sentido Norte e sentido Sul. A precisão do cálculo da longitude é aumentada, também, quando há um bom equilíbrio entre satélites que se situam a este ou a oeste da antena receptora, no ponto de maior aproximação. O MX 1502 mostra essa informação geométrica do satélite como contagens acumuladas dos números das passagens dos satélites em cada quadrante: Noroeste, Nordeste, Sudoeste e Sudeste.

O MX 1502 também mostra informações que dizem como o cálculo da posição translocada está convergindo, enquanto os dados de cada passagem são incluídos na solução. Essas informações consistem na distância atualizada da posição calculada desde a última passagem; o desvio padrão da latitude, longitude e altura; a distância da posição estimada em latitude, longitude, altura e distância radial.

Além desses dados, informações posicionais relativas podem ser mostradas: a distância entre os sítios; o azimute do sítio remoto em relação ao Norte, a partir do sítio de controle; e as distâncias ΔX / ΔY / ΔZ entre as posições dos sítios (remoto e de controle), num sistema de coordenadas com origem no centro da Terra.

Em algumas situações, o usuário pode suspeitar que os dados de algumas passagens estão ruins; e, em consequência, pode desejar tirar esses dados da solução da translocação. O MX 1502 permite flexibilidade total na manipulação da fita cassete, de tal forma que somente os dados selecionados façam parte da solução.

Muitos aperfeiçoamentos foram feitos no "software" do microprocessador para o cálculo da posição, a fim de melhorar a precisão dos resultados. Esses aperfeiçoamentos foram:

- Translocação de Arcos Semicurtos
- Aritmética de Precisão Estendida
- Edição Aperfeiçoada de Dados
- Ajustamento de Órbita
- Solução Troposférica (elimina a necessidade de sensores externos)
- Ajustamento da Curva Orbital
- Pseudo-distância
- Correção "Jitter" para o tempo do receptor
- Correção do Desvio do Oscilador de Referência
- Dados Fracionários Doppler

TRANSLOCAÇÃO EM TEMPO REAL COM O MX 1502

No começo de 1981, a Magnavox apresentou uma nova opção para o MX 1502, chamada de Translocação em Tempo Real. Qualquer MX 1502 pode ser expandido de sorte a incorporar essa característica. Com essa opção, pode-se, agora, além de calcular posições translocadas no campo, calcular essas posições em tempo real, ou seja, ao mesmo tempo em que os dados estão sendo recebidos dos satélites (Ver figura 3). Tanto a unidade remota quanto a de

controle devem ter essa característica. Após a ocorrência de uma passagem de satélite na estação de controle, o MX 1502 calcula os parâmetros da Translocação que são transmitidos por um canal de comunicação à estação remota. A estação, então, recebe esses parâmetros da Translocação, juntamente com os dados recebidos pelo próprio receptor. Finalmente, a unidade remota calcula a posição translocada da sua própria antena, usando todos os dados recebidos. Com essa opção, não há necessidade do transporte de fitas cassetes entre as estações, a fim de calcular as posições remotas. Essa maneira aperfeiçoada de operação permite ao usuário da estação remota monitorar o processo do cálculo da posição, enquanto os dados estão sendo captados. Assim, o usuário pode evacuar a estação quando a precisão pretendida for alcançada.

O canal de comunicação entre as estações de controle e remota pode ser suprido pelo usuário, através de rádio, linha telefônica ou outro meio qualquer. Não só os dados da Translocação são enviados pelo canal de comunicação; mas, também, informações que especificam qual o satélite que será rastreado a seguir. A unidade da estação remota pode ser desligada automaticamente, para economizar bateria, até que uma passagem desejada ocorra. Para maior economia, os "modem" do canal de comunicação só serão ligados juntamente com todos os dados da Translocação recebidos quando a comunicação estiver para ser estabelecida. O usuário pode, também, interrogar os canais da estação de controle ou da estação remota para saber quando o próximo contato será estabelecido, permitindo, assim, ser usado o canal para comunicação oral, por exemplo.

Na unidade remota, todos os resultados das posições translocadas em tempo real são gravadas em fita cassete, através do canal de comunicação. Isso possibilita ao usuário reiterar a Translocação posteriormente, caso deseje.

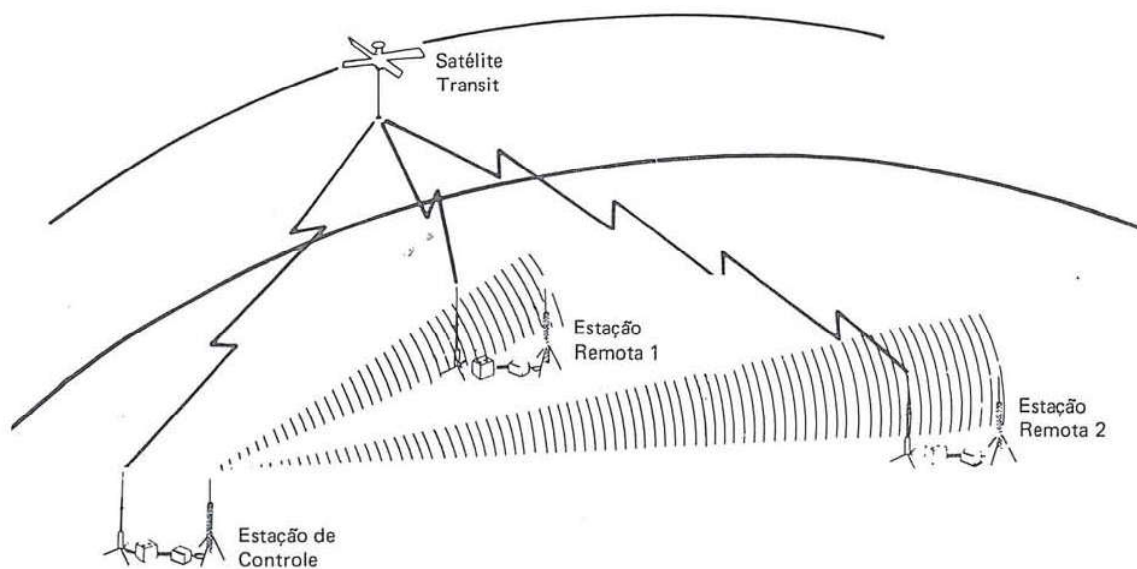
Os dados enviados através do canal de comunicação, pelo MX 1502 da estação de controle, são repetidos várias vezes, a fim de que o receptor MX 1502 da estação remota possa efetuar uma votação majoritária feita "bit" a "bit". Esse processo, juntamente com uma verificação de soma nos dados transmitidos, assegura que os dados recebidos estejam corretos.

OUTROS MÉTODOS DE POSICIONAMENTO

Além do cálculo do posicionamento por Translocação, o MX 1502 executa dois outros cálculos de posicionamento. Estes ocorrem automaticamente, não importando se a unidade está na estação de controle ou na remota. Para o cálculo, a unidade utiliza somente os dados rastreados na estação em que está situada.

O posicionamento Bidimensional é calculado após cada passagem e, nesse processo, são considerados somente os dados dessa passagem, produzindo um resultado em latitude e longitude com precisão de aproximadamente 30 m, suficiente para verificar se a estação correta está sendo ocupada.

A posição de um ponto isolado (Point Position) é calculada após cada passagem de satélite, utilizando todos os dados, desde o



momento em que a estação foi ocupada. Ele produz uma posição em latitude, longitude e altura com uma precisão situada dentro de 10 m.

CONVERSÃO DE DATUM

O sistema de Satélite Transit opera no seu próprio "datum"; mas os "data" usados para a maioria dos trabalhos de levantamento são "data" locais, como o "Datum" Europeu ou o "Datum" Sulamericano. Muitas aplicações usam coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude. Algumas aplicações usam coordenadas geométricas XYZ, enquanto outras usam o sistema UTM, ou outro sistema qualquer.

O MX 1502 desenvolve todos os seus cálculos internos no "datum" do satélite; mas ele pode comunicar-se com o usuário de diferentes maneiras, em outros "data". O MX 1502 executa as conversões necessárias no momento em que as coordenadas estão sendo introduzidas ou mostradas no painel. As posições que são introduzidas na unidade podem estar tanto em coordenadas geográficas quanto em coordenadas XYZ referidas ao "datum" do satélite ou a um "datum" local. As posições calculadas podem ser mostradas da mesma maneira. Além disso, os resultados podem ser apresentados em coordenadas UTM. A fim de executar uma conversão de "datum", o usuário especifica, em primeiro lugar, os seguintes parâmetros de conversão de "datum":

- O semi-eixo maior do elipsóide local de referência (a);
- O inverso do coeficiente de achatamento do elipsóide local (1/f);
- O afastamento da origem do "datum" local (ΔX , ΔY , ΔZ), em relação ao "datum" ao qual, os dados, no momento, estão referidos;
- A rotação angular dos eixos do sistema de coordenadas do "datum" local em relação aos eixos do sistema de coordenadas do "datum" do satélite (ΘX , ΘY , ΘZ);
- O desvio (ϵ) do fator de escala ($1 + \epsilon$).

No mínimo, o usuário precisa conhecer o semi-eixo maior (a) e o inverso do coeficiente de achatamento (1/f), para definir o elipsóide de referência do "datum" local.

Internamente, a unidade usa os sete parâmetros da transformação de Bursa-Wolf durante o processo de conversão de "datum", para passar das coordenadas XYZ do satélite para as coordenadas XYZ do Sistema Local, da seguinte maneira:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{Local}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + (1 + \epsilon) \begin{bmatrix} 1 & -\Theta_z & \Theta_y \\ \Theta_z & 1 & -\Theta_x \\ -\Theta_y & \Theta_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{Satélite}}$$

Quando o MX 1502 recebe ou apresenta dados no "datum" do satélite, ele usa o mesmo elipsóide de referência, como o "datum" WGS-72, ou seja, $a = 6.378.135$ m e $1/f = 298,26$.

O PROCESSAMENTO DA FITA

Os dados da fita cassete gravada no campo podem ser verificados ou processados no campo, em qualquer unidade MX 1502, com a característica da Translocação. Uma modalidade (chamada "OFF LINE") é comandada através do teclado pelo usuário. Essa maneira incapacita o receptor de satélites, com a finalidade de evitar conflitos com a aquisição de dados em tempo real. Ela, também, permite ao usuário posicionar a fita cassete em qualquer conjunto selecio-

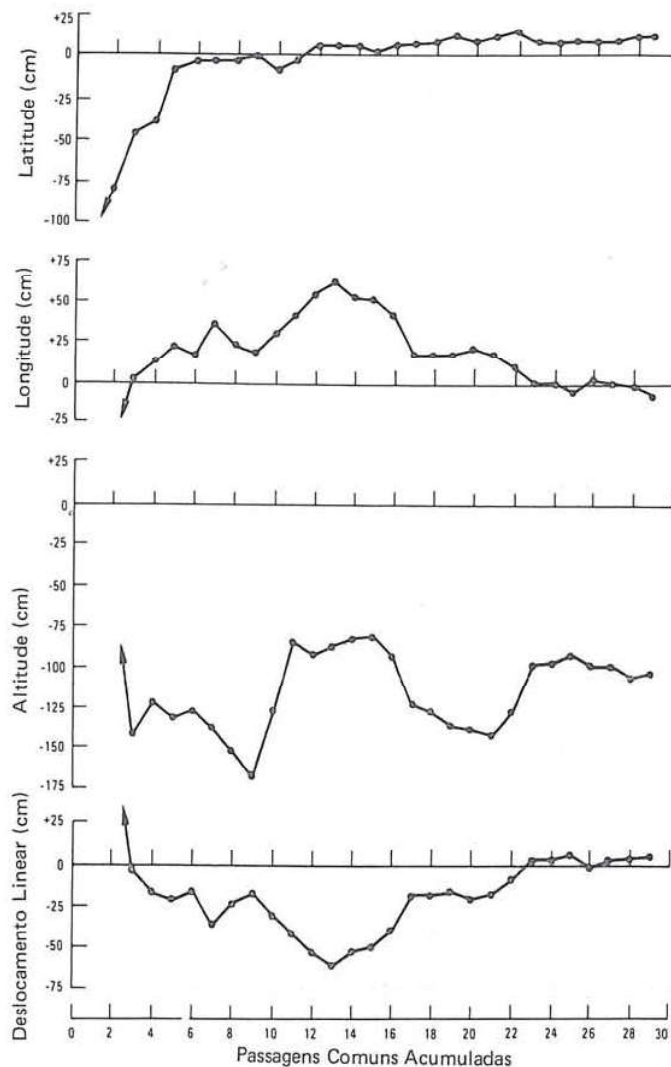


FIGURA 4. GRÁFICOS DA CONVERGÊNCIA DA ESTAÇÃO REMOTA (DISTÂNCIA DE 42,2 Km)

nado de dados de passagens, usando comandos do teclado. A fita pode ser movida para frente ou para trás, de acordo com o número de estações. Ele pode tornar a ler resultados de posições previamente calculadas ou pode recalcular posições, utilizando-se dos métodos Bidimensional, Posição de Pontos Isolados ou Translocação. Ele pode pular certas passagens a fim de que estas não entrem no cálculo das posições. O usuário pode, também, reiterar qualquer cálculo quantas vezes desejar.

Quando o usuário passa do modo de aquisição de dados em tempo real ao modo "OFF LINE" e volta ao primeiro, os dados adquiridos em tempo real são rearmazenados, a fim de que o processo de aquisição continue como antes.

RESULTADOS DOS TESTES

No outono de 1980, o Comitê Federal de Controle Geodésico dos Estados Unidos executou testes para avaliar o processo das Translocações executado pelo MX 1502. Foram efetuadas Translocações para o posicionamento de pontos conhecidos, separados de 19,1 m e 42,2 Km, respectivamente. Para a distância de 19,1 m, somente dez passagens comuns foram coletadas. Os resultados diferiram da verdadeira posição de 21 cm para a latitude, 135 cm para a longitude e 67 cm para a altitude. Para o segundo caso, vinte e nove passagens comuns foram coletadas e as divergências das posições translocadas estão mostradas na Figura 4. Esses resultados mostraram diferenças de 12 cm para a latitude, 7 cm para a longitude e 103 cm para a altitude.

Outros testes foram realizados com distâncias que variavam de 8 a 77 Km. Os resultados mostraram que, com dezesseis passagens (geralmente um dia de observação), podem-se obter precisões em torno de ± 40 cm para a latitude e longitude e ± 1 m para altitude.

Testes foram feitos, também, com a distância de 42,2 Km, executando cálculos de translocação em grupos de quatro passagens comuns cada (em torno de 6 h de observação). Os resultados indicaram que a latitude podiam ser calculadas com uma precisão relativa melhor que ± 85 cm e a altitude, com precisão relativa melhor que ± 2 m.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — Chamberlain, S. "The MX 1502 Satellite Surveyor — Description and Use", Magnavox Report MX-TM-3283-78, presented at the IEEE Position Location and Navigation Symposium, San Diego, California, November, 1978.
- 2 — Hatch, R. R. "Point Positioning and Translocation via the Transit Satellite System", Magnavox Report MX-TM-3220-76, presented at the 46th Annual Meeting of the Society of Exploration Geophysicists, Houston, Texas, October 1976.
- 3 — Hatch, R. R. "New Positioning Software from Magnavox", Magnavox Report MX-TM-3217-76, presented at the International Geodetic Symposium on Satellite Doppler Positioning, Las Cruces, New Mexico, October, 1976.
- 4 — Hatch, R. R. Chamberlain, S., and Moore, J. E. "MX 1502 Doppler Survey Software", Magnavox Report MX-TM-3292-79, presented at the 2nd International Geodetic Symposium on Satellite Doppler Positioning, Austin, Texas, January 1979.
- 5 — Stansell, T. A. "Doppler Survey Equipment: Background, Requirements and Trends", Magnavox Report MX-TM-3219-76, presented at the International Geodetic Symposium on Satellite Doppler Positioning, Las Cruces, New Mexico, October 1976.
- 6 — Stansell, T. A. "The Transit Navigation Satellite System Status, Theory, Performance, Applications", Magnavox Report R-5933, October 1978.
- 7 — Stansell, T. A. "The MX 1502 Satellite Surveyor", Magnavox Report MX-TM-3293-79, presented at the 2nd International Geodetic Symposium on Satellite Doppler Positioning, Austin, Texas, January 1979.
- 8 — FGCC Report.