

O Futuro dos Sistemas de Posicionamento por Satélites

A popularização de Sistemas de Posicionamento Geodésicos por Satélites (GNSS) viabilizou o conhecimento da posição de um determinado objeto ou indivíduo na superfície terrestre, através de coordenadas referenciadas a um sistema geodésico. Este fato fez com que o homem pudesse ir e vir de um ponto para outro com erros de posicionamento de poucos metros e levou os Cartógrafos a procurarem metodologias e aplicações para que os levassem a encontrar erros de posicionamento subcentimétricos.

A busca incansável pelo posicionamento mais preciso através de rastreadores mais compactos e de rápida aquisição levaram ao desenvolvimento de vários sistemas. O primeiro sistema de posicionamento por satélite surgiu na década de 60, era denominado de *Navy Navigation Satellite System* (NNSS), também conhecido como Transit (ou ainda Oscar) e foi usado até meados da década de 80, quando surgiram os primeiros satélites GPS (*Global Positioning System*). O poder estratégico e econômico desta tecnologia norte-americana motivou outras nações a construir seus próprios sistemas, sendo o primeiro o GLONASS (*Global Navigation Satellite System*), de origem russa.

Na seqüência houve divulgação da modernização do sistema GPS e em seguida a implantação do sistema GALILEO, desenvolvido pela União Européia. Recentemente a China relatou o lançamento do sistema COMPASS, e a Índia com o sistema IRNSS.

Os sistemas de posicionamento mencionados funcionam de maneira semelhante e a tendência atual é de que os fabricantes de rastreadores possibilitem que os usuários em geral, com a capacidade de observar sinais de outras constelações, ou seja, equipamentos GNSS ao invés de somente GPS.

No âmbito profissional isto já ocorre, pois áreas da Cartografia e Geodésia fazem uso de rastreadores e métodos complexos. Mesmo com o uso de equipamentos de última geração é necessário investir no potencial humano para que sejam produzidas informações confiáveis em qualquer que seja o sistema de posicionamento, bem como o método utilizado.

GPS

O sistema GPS foi criado e é controlado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, foi concebido originalmente para aplicações militares, nos anos 80 e foi disponibilizado para uso civil, porém com controle de precisão absoluta. As observações GPS são afetadas por técnicas de segurança com o propósito de provocar erros na determinação de coordenadas para os usuários não autorizados.

Este sistema está dividido em três segmentos: espacial, de controle e utilizador.

O **segmento espacial** é composto pela constelação de 28 satélites sendo 4 sobressalentes em 6 planos orbitais. Cada satélite circunda a Terra duas vezes por dia a uma altitude de 20.200 quilômetros. Os satélites têm a bordo relógios atômicos de precisão de bilionésimos de segundos, que transmitem continuamente por sinais digitais de rádio, sua localização e hora exata para que sejam processados pelos receptores de GPS.

O **segmento de controle** é formado por estações de observações dispersas pelo mundo ao longo da Zona Equatorial. Estas estações monitoram as órbitas, sincronizam os relógios atômicos e atualizam os dados de almanaque dos satélites que compõe a constelação.

O **segmento do utilizador** consiste no rastreador que capta os sinais emitidos pelos satélites e decodifica as transmissões do sinal de código e fase de múltiplos satélites e calcula a sua posição com base nas distâncias a estes até os satélites. A posição é dada por latitude, longitude e altitude, coordenadas geodésicas referenciadas ao sistema WGS84 (geocêntrico).

No início deste ano o mais novo satélite o IIR-20M, (da nova era do GPS), que transmitirá sinais na frequência L5, sendo o primeiro satélite a orbitar a Terra e enviar dados nessa frequência.



FIG.1- Satélite IIR-20M, da constelação GPS.

Fonte: http://viajeaqui.abril.com.br/navegador4r/blog/novo-satelite-gps-lancado-eua-156182_comentarios.shtml?7725268

GLONASS

O Sistema foi criado na década de 1980 pela União Soviética como um sistema semelhante ao GPS norte-americano, que na época tinha seu protocolo fechado e era usado exclusivamente para fins militares. O sistema soviético chegou a ter 18 satélites em órbita, mas a partir do fim da União Soviética o sistema foi abandonado e, em 2002, só restavam sete satélites em órbita. A partir de 2004 o Governo da Rússia resolveu recuperar o sistema GLONASS e criou a empresa *Information Satellite Systems* (ISS), que está progressivamente promovendo o lançamento de novos satélites para substituir os que, apesar de ainda em funcionamento, estão chegando ao limite de vida útil, com planos de chegar a 24 satélites operacionais.

Os satélites que estão sendo lançados agora são denominados GLONASS-M e possuem melhores características de sinal do que os antigos satélites do século passado. Sua vida útil esperada é de 7 a 8 anos. Está também em estudos uma nova série de satélites, a serem lançados após 2010, chamados GLONASS-K, com vida útil estimada em 10 anos. Existem também entendimentos entre as autoridades russas, norte-americanas e européias e com a ITU no sentido de futuramente os satélites GLONASS emitirem seus sinais em frequências compatíveis com os sistemas GPS e GALILEO. Atualmente cada satélite GLONASS emite o seu sinal em uma frequência diferente, (tecnologia FDMA), enquanto que tanto os atuais satélites GPS como os futuros satélites GALILEO empregam tecnologia CDMA. A mistura de sinais FDMA e CDMA faz com seja muito caro e complicado construir um receptor capaz de processar simultaneamente sinais GPS e GLONASS. Outro problema de compatibilidade a ser resolvido é o *datum* usado para fornecer as coordenadas geográficas. Os russos e os satélites GLONASS usam um *datum* próprio chamado "PZ-90", enquanto que os satélites GPS usam o *datum* "WGS-84", comumente empregado em vários países ocidentais.

Este sistema está dividido em três segmentos: espacial, de controle e utilizador.

O **segmento espacial** quando estiver totalmente implantada, terá 24 satélites dispostos em três planos orbitais. Cada plano orbital terá 8 satélites em órbita quase circular, com altura de aproximadamente 19.000 km e inclinação de 64,8° em relação ao Equador.

O **segmento de controle** é composto por cinco estações terrestres, distribuídas em território pertencente à antiga União Soviética, localizadas em Moscou (Estação Principal), St. Petersburg, Ternopol, Eniseisk e Komsomdsk-na-Amure.

O **segmento do utilizador** é também formado pelos rastreadores pessoais e profissionais, assim com o GPS. A posição é dada por latitude, longitude e altitude, coordenadas no sistema PZ-90.

No caso do GLONASS, não existe uma política para implementação de técnicas de segurança com o objetivo de degradar a acuracia dos sinais. No entanto existe distinção entre os sinais de alta acuracia e sinal de acuracia padrão, destinados aos usuários autorizados e não autorizados, respectivamente.

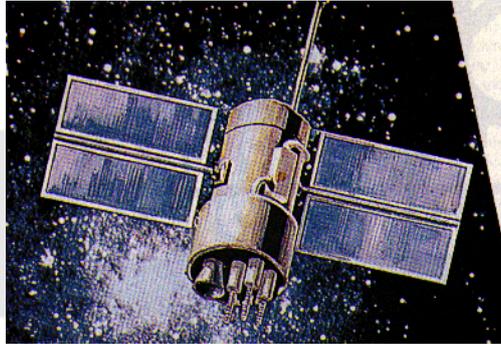


FIG. - Satélite, da constelação GLONASS.

Fonte: http://ilrs.gsfc.nasa.gov/satellite_missions/list_of_satellites/gl95_general.html

GALILEO

O sistema GALILEO concebido como um projeto civil apresenta várias vantagens: maior precisão (em fase de testes), maior segurança (possibilidade de transmitir e confirmar pedidos de ajuda em caso emergência) e menos sujeito a problemas (o sistema tem a capacidade de testar a sua integridade automaticamente). Outra vantagem importante é a característica iteroperabilidade com os sistemas GPS e GLONASS ou seja, com maior disponibilidade de satélites da constelações existentes.

Quando estiver em operação o sistema contará com um total de 30 satélites sendo, 27 operacionais e 3 reservas, estarão posicionados em três órbitas circulares a 23.616 km de altitude ao redor da Terra, inclinados de 56° em relação ao Equador, com período de revolução (órbita) de aproximadamente 14 horas

Para o fornecimento de todos os serviços propostos diferentes partes da infra-estrutura do GALILEO são necessárias para fornecer, agrupadas dentro das seguintes categorias:

- A **Componente Global** é composta pelo segmento espacial caracterizados pelos satélites que compõe o sistema e o segmento de solo que controlam a constelação de satélites e missões.
- A **Componente Local** é parte integrante do projeto e é necessária para fornecer os serviços de assistência localizada. O programa GALILEO inclui o desenvolvimento de alguns experimentos com Elementos Locais selecionados para validar o desempenho e as interfaces entre o núcleo do sistema.
- **Segmento de Usuário** consiste nos rastreadores capazes de receber os sinais deste sistema.



FIG.3- Satélite Giove-B, da constelação GALILEO.
Fonte: http://www.esa.int/esaNA/SEMZWWTQMFF_GALILEO_0.html

Sistemas de Uso Regional

Além dos sistemas de abrangência global, existem os de uso regional, o COMPASS e o IRNSS. O COMPASS ou BEIDOU, cobre a China e países vizinhos. O sistema completo incluirá pelo menos 35 satélites, sendo cinco geostacionários e 30 de órbita média.



FIG.4- Satélite da constelação COMPASS.
Fonte: http://www.spacedaily.com/reports/China_Made_Satellite_Navigation_System_To_Support_Olympic_Games_999.html

O sistema indiano de navegação por satélites será composto por sete satélites. Três dos satélites serão colocados em órbita geoestacionária (órbita circular e ocorre sobre o equador da Terra) e os quatro outros em órbita geosíncrona (órbita na qual a velocidade de revolução de um satélite é igual à velocidade de rotação da Terra). A constelação também será composta por um segmento de solo formado por um centro de controle principal e estações solo que permitem acompanhar os satélites e assegurar a integridade do sistema. O sistema IRNSS, cujo primeiro satélite deverá ser lançado em 2009, será capaz de fornecer uma posição absoluta com uma precisão de 20 metros através de toda a Índia e a uma distância da ordem de 2.000 km além de suas fronteiras.



FIG.4- Satélite da constelação IRNSS.
Fonte: http://space.skyrocket.de/index_frame.htm?http://www.skyrocket.de/space/doc_sdat/irnss.htm

A tendência de utilização de receptores híbridos, ou seja, que recebem sinais provenientes tanto do sistema GPS, como GLONASS e GALILEO, está em desenvolvimento e a tendência é de que existam tanto equipamentos para fins topográficos ou geodésicos, quanto aparelhos de celulares, receptores veiculares, relógios, etc. Este panorama que permitirá a utilização dos vários sistemas de navegação em aparelho único, proporcionando maior cobertura, precisão e segurança mesmo quando utilizados em centros urbanos.

A disponibilidade de satélites proporcionada pelo uso combinado dos sistemas oferece diversas vantagens para o posicionamento, tais como melhorar a precisão em áreas com visibilidade restrita, melhoria da qualidade no posicionamento isolado (absoluto), maior possibilidade de obter boa geometria no rastreamento e verificação dos resultados obtidos com o uso de cada sistema separadamente.

Referência:

<http://www.nowires.com.br/blogger/2008/07/russia-ter-at-2012-sistema-concorrente.html>.

Acesso em: 03 maio 2009.

http://www.mundogeo.com.br/revistas-interna.php?id_noticia=6445. Acesso em: 03 maio 2009.

MARQUES, V. C.; DAROIT, J. C.; GUARNIERI, J. P.; PROCHNOW, S. L.; DURÃO, O. C.; SCHUCH, N. J. Análise Comparativa entre o Projeto GALILEO e os demais Sistemas GNSS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOFÍSICA ESPACIAL E AERONOMIA, São José dos Campos, SP. **Resumos...** 2006. v. Aplicação do GPS na Pesquisa Atmosférica, p. 37. CD-ROM. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.05.21.44>>. Acesso em: 03 maio 2009.

KUGA, H. K. GALILEO: iniciativa europeia para um sistema de navegação global por satélite. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1. (GEOPANTANAL), 2006, Campo Grande. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2006. p. 841-847. CD-ROM. ISBN 85-17-00029-3. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.08.13.41>. Acesso em: 03 maio 2009.

Silvia Paoletto Bonatto – Engenheira Cartógrafa responsável pelo Departamento de Serviços Especiais da Empresa ESTEIO Engenharia e Aerolevantamento S.A.

ESTEIO