

GALILEO: iniciativa européia para um sistema de navegação global por satélite

Hélio Koiti Kuga
INPE -Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Av. dos Astronautas, 1758
12227-010 -São José dos Campos, SP
brasilhkk@dem.inpe.br

Resumo. Este artigo tem por objetivo apresentar o sistema europeu Galileo. O Galileo é uma constelação de satélites em desenvolvimento pela União Européia, que vem se juntar aos sistemas denominados de GNSS (Global Navigation Satellite Systems ou Sistema de Navegação Global por Satélites), como os já conhecidos: o norte-americano GPS (Global Positioning System) e o russo GLONASS (Global Navigation Satellite System).

Palavras-chaves: Galileo, GPS, navegação, posicionamento.

Abstract. This paper aims at presenting the European system Galileo. Galileo is a satellite constellation being developed by the European Union, which will join to similar systems named GNSS (Global Navigation Satellite Systems), like the well known North-American GPS (Global Positioning System) and the Russian GLONASS (Global Navigation Satellite System).

Key –words: Galileo, GPS, Navegation, Positioning.

1. Introdução

O programa Galileo é uma iniciativa européia para propósitos civis (Simon, 2005), que oferecerá serviços e aplicações de posicionamento e navegação por satélites, com garantia e alta precisão. O Galileo consistirá de uma constelação de satélites (**Figura 1**) desenvolvida pela União Européia que vem se juntar aos sistemas conhecidos como GNSS ("Global Navigation Satellite Systems" ou Sistema de Navegação Global por Satélites), como o americano GPS ("Global Positioning System") e o russo GLONASS ("Global Navigation Satellite System").

O aspecto mais interessante e talvez mais importante é o aspecto semi-público, comercial, e aberto, diferente dos outros sistemas existentes que dependem em maior ou menor grau de decisões governamentais ou militares. Aspectos de integridade ou segurança do sinal são assegurados por contrato de prestação do serviço para aplicações sensíveis ou críticas como aviação, mapeamentos, campanhas militares, agricultura, resgate, localização e posicionamento. Pode ser considerado semi-público porque os sinais civis estarão disponíveis gratuitamente mas sem garantias de interrupção de fornecimento. Como tecnologias mais avançadas serão implementadas, comparadas com aquelas visualizadas quando o sistema americano GPS foi concebido, o Galileo promete oferecer precisões melhores com mais confiabilidade e robustez. Por outro lado, o usuário comum pode se beneficiar duplamente, pois o Galileo promete ser inter-operável com os sistemas GPS e GLONASS, ou seja, com maior disponibilidade de satélites da constelações existentes, certamente a precisão nas aplicações irá melhorar sensivelmente.

Representante do INPE no consórcio "Latino" para divulgação do programa Galileo na América Latina

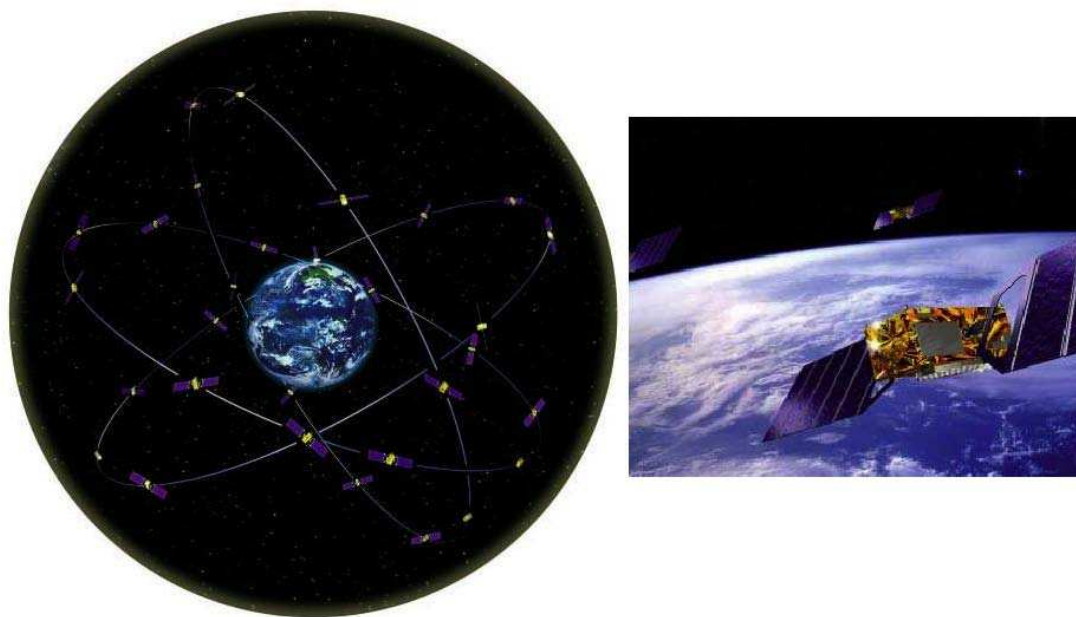


Figura 1. A constelação Galileo e o satélite (desenho artístico) (fonte: Simon, 2005)

2. Infra-estrutura espacial e de solo

O sistema Galileo, em sua configuração final, consistirá em uma constelação de 30 satélites (27 + 3 de reserva), espalhados simetricamente em 3 planos orbitais inclinados em 56°, numa altitude de cerca de 23.200Km, com período de revolução (órbita) de aproximadamente 14 horas (**Figura 1**).

Cada satélite, além do seu sistema de sobrevivência (controle de órbita e atitude, suprimento de potência, telemetria, telecomando, etc.), terá um sistema de tempo, de geração de sinais, e transmissores. Relógios atômicos de precisão a bordo manterão o chamado tempo Galileo para serviços de manutenção e sincronização de tempo. Os geradores de sinais produzem os sinais de navegação, que contêm um conjunto de códigos de "ranging" que são combinados com informações de navegação, convertidos para as frequências de trabalho e então entregues aos transmissores. Os transmissores amplificam a portadora dos sinais de navegação, que são então transmitidos pelas antenas em direção à Terra.

No total, cada satélite Galileo transmitirá 10 sinais dos quais 6 para serviços abertos e segurança de vida, 2 para propósitos comerciais, e 2 para serviços públicos normatizados; distribuídos nas seguintes frequências:

E5A-E5B (1164 a 1215 MHz);
E6 (1260 a 1300 MHz);
E2-L1-E1 (1559 a 1591 MHz).

A última banda já é utilizada pelo GPS e será compartilhada pelo Galileo mas de maneira a não haver interferências entre ambos. A **Figura 2** mostra o plano de frequências atual e planejados pelos sistemas Galileo, GPS, e GLONASS.

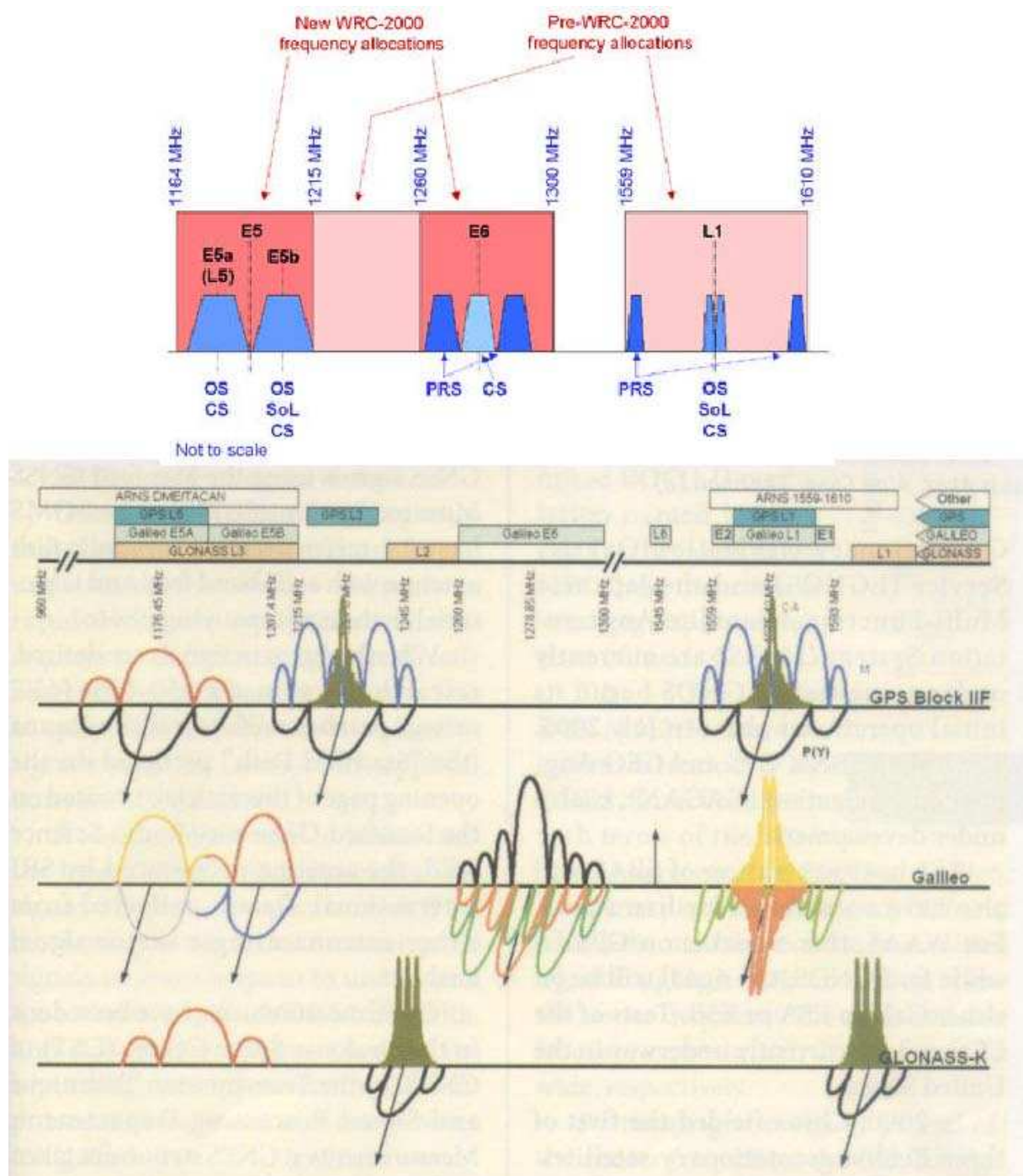


Figura 2. Sinais GNSS atuais e planejados (fonte: Lo et al., 2006 e http://www.esa.int/images/1206_Frequency_Filing_of_Galileo_L.jpg)

Uma rede de estações em solo, compreendendo estações receptoras, centros de controle, e estações de telecomando, apoiarão as operações de controle dos satélites (**Figura 3**). As estações receptores monitorarão continuamente os satélites Galileo, e os dados coletados serão enviados aos dois centros de controle do Galileo na Europa, para processamento. Os centros de controle determinarão as órbitas bem como os erros dos relógios a bordo em relação ao tempo "Galileo" mantido em solo. Tais órbitas e dados do relógio são transmitidos aos satélites a cada 2 horas para disseminação aos usuários, que os utilizarão em suas aplicações. Os centros de controle também fornecerão dados de integridade, importantes para

serviços como segurança de vida, que serão distribuídos aos usuários com maior frequência.

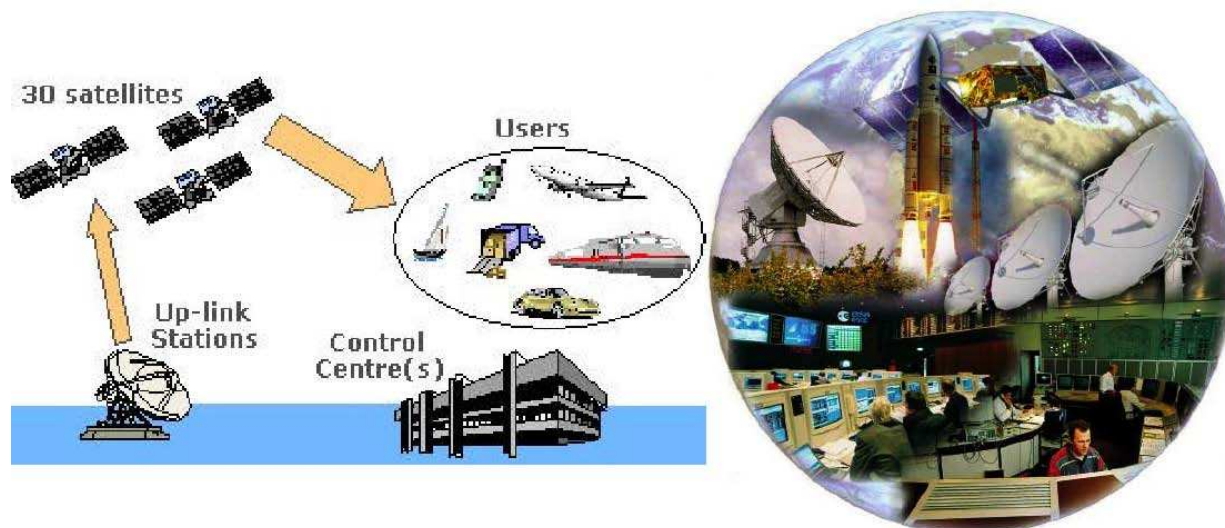


Fig. 3 - Infra-estrutura espacial e de solo (fonte: Simon, 2005 e http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/images/gal_architecture2_en.jpg)

3. Aplicações e serviços

As aplicações possíveis com o Galileo ultrapassam a simples determinação da posição do usuário e do tempo. Na realidade, as aplicações confiarão em serviços integrados onde dados de navegação são combinados com fontes adicionais de informação. O escopo de aplicações do Galileo abrange transporte (aéreo, marítimo, ferroviário, rodoviário, pedestre), tempo (sincronização), levantamentos cartográficos e geodésicos, verificação de cumprimento de leis (demarcação por exemplo), engenharias, ciências, ambiente, busca e resgate, e mesmo recreação. Estas, por sua vez, afetam áreas de negócios como petróleo e gás, atividades bancárias, seguros, telecomunicações, turismo, ou agricultura (veja **Figura 4**). Novas aplicações emergem naturalmente, dia a dia, com mercado projetado para os anos vindouros de cerca de 3 bilhões de usuários diretos ou indiretos.

Serviços de posicionamento e de tempo via satélites são cruciais em atividades como transportes, redes de comunicação, e outros. O Galileo, diferente do GPS, irá fornecer informações de integridade para aplicações críticas, a fim de assegurar a qualidade na precisão do posicionamento. Esta informação é crítica para aplicações tipo pouso de aviões, e a garantia da acurácia e integridade do sinal é um elemento diferencial para os serviços fornecidos pelo Galileo. Basicamente o Galileo proverá 5 serviços: serviço aberto ("Open Service"-OS), serviço de segurança da vida ("Safety of Life"-SoL), serviço comercial ("Commercial service"-CS), serviço público normatizado ("Public regulated service"-PRS), e serviço de busca e resgate ("Search And Rescue"-SAR). Estes serviços devem abranger um número de usuários com as mais diversas necessidades tanto no aspecto econômico quanto no aspecto técnico ou científico, desde serviços livres, serviços comerciais com maior performance, serviços públicos não críticos, serviços com risco de vida, e busca e salvamento.

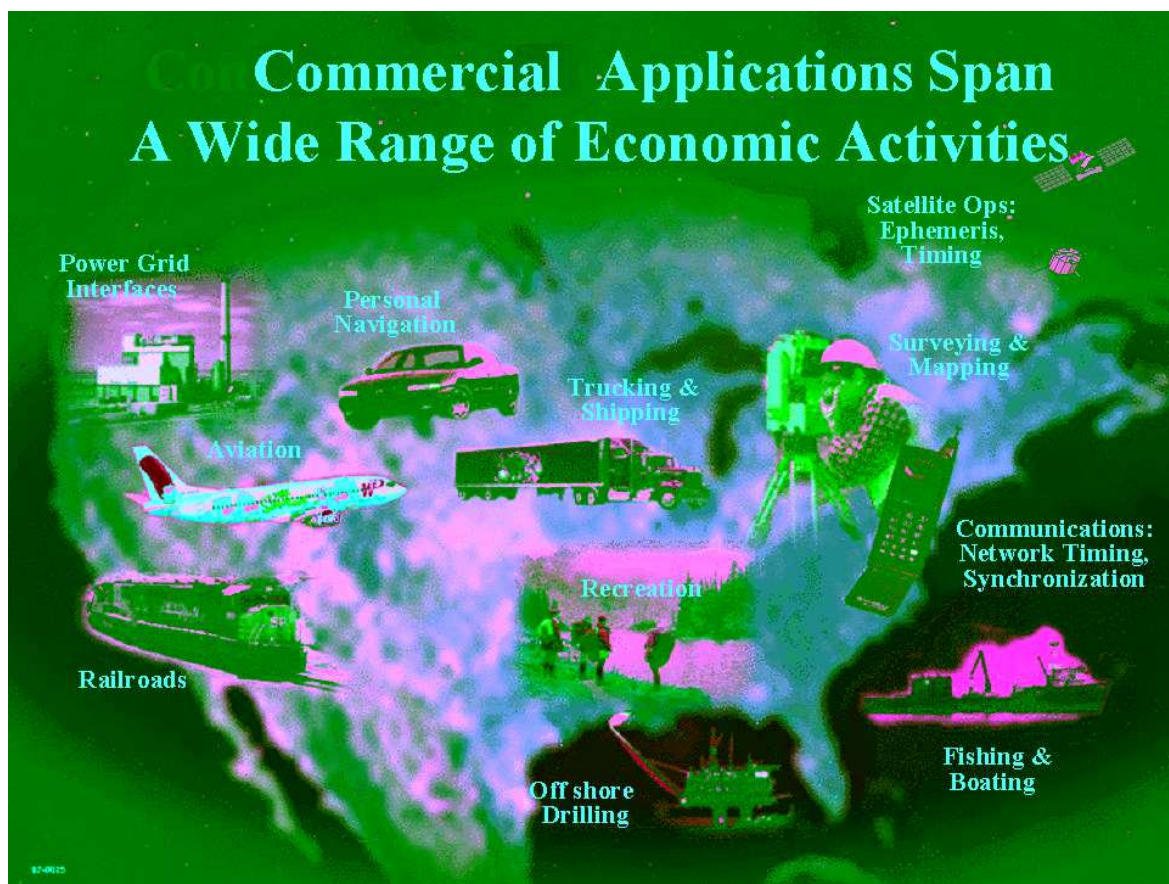


Figura 4. Aplicações de GNSS (fonte: Kim, 2002).

4. Situação atual e futura

O programa Galileo foi efetivamente iniciado através do lançamento recente do satélite experimental GIOVE-A (dezembro de 2005), que será brevemente seguido pelo GIOVE-B (França Flash, 2006). O objetivo é testar o conceito do sistema Galileo abrangendo aspectos de geração dos sinais, ambiente espacial, tecnologias espaciais avançadas (plataforma espacial, relógios atômicos, recepção e transmissão), e assegurar o uso das frequências de rádio assinaladas pela União Internacional das Telecomunicações. Um satélite geoestacionário, o EGNOS ("European Geostationary Navigation Overlay Service") abriu o caminho (em 2005) para o programa Galileo oferecendo antecipadamente, serviços para o SBAS ("Satellite Based Augmentation System ou Sistema de extensão baseado em satélites), transmitindo sinais similares ao GPS para precisão estendida. A aviação civil já pode utilizar o EGNOS desde 2006, quando o serviço de segurança de vida (SoL) estará certificado.

Para o futuro próximo está planejado o desenvolvimento de 4 satélites Galileo e componentes do sistema baseados em solo, bem como validação do sistema em órbita. Seguir-se-á a construção e lançamento dos 26 satélites restantes e a instalação completa do segmento solo. A previsão inicial é de fornecer os serviços a partir de 2008. O sistema completo está dimensionado para operar por um mínimo de 20 anos.

5. Agradecimentos

O consórcio Latino (vide www.galileoic.org/la/) está encarregado de realizar a divulgação e extensão, do programa Galileo no âmbito da América Latina por meio do GICLA ("Galileo Information Center for Latin America"), sediado no CRECTEALC (Centro Regional de Educação em Ciência e Tecnologias Espaciais para América Latina e Caribe), nas dependências do INPE. Dentro deste escopo, o autor agradece o suporte técnico e financeiro do consórcio Latino que permitiu sua participação no Geo-Pantanal 2006.

6. Referências e “Links”

França Flash Tecnologia "Galileo: o primeiro sistema civil de radionavegação por satélite". **França Flash** 45, 2006, pp. 12-13.

<http://ec.europa.eu/>, **Energy and Transport directorate**, last access Sep. 15, 2006.

<http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>, **European Space Agency, Galileo**, last access Sep. 15, 2006.

Kim, J.Y. "Promoting commercial interest in GPS". Presentation at UN/USA **Workshop** on use of GNSS, Lusaka, Zambia, July 2002.

Lo, S.; Chen, A.; Enge, P.; Gao, G.; Akos, D.; Issler, J.L.; Ries, L.; Grelier, T.; Dantepal, J. "GNSS Album: Images and spectral signatures of the new GNSS signals". **Inside GNSS**, v. 1, n. 4, p. 46-56, May-June 2006.

Simon, M. "Galileo: the European programme for global navigation services." Noordwijk, Netherlands, **ESA – European Space Agency Publications Division**, 2005. 36 p.