



FACULDADE • DE • CIÊNCIAS UNIVERSIDADE • DE • LISBOA



GALILEO



V. B. Mendes

1. INTRODUÇÃO



O GALILEO é um projecto de desenvolvimento de um sistema de navegação global por satélite (GNSS), que deverá proporcionar navegação muito precisa, com garantia de disponibilidade. O GALILEO é o primeiro GNSS concebido para fins civis e sob controlo de autoridades civis, aberto à cooperação internacional e

explorado em regime comercial.

O GALILEO será interoperável e compatível com outros dois GNSS, o GPS e o GLONASS. A garantia de disponibilidade do serviço e informação de falhas de satélites em tempo quase-real, torna-o especialmente adaptado para aplicações onde a segurança é um factor crucial, como aplicações em navegação terrestre (e.g. transportes ferroviários) e aérea (aviação comercial).

A infraestrutura do GALILEO está a ser implementada em 3 fases:

- Desenvolvimento e validação em órbita
- Implementação
- Operações comerciais

O primeiro satélite experimental foi lançado em 28 de Dezembro de 2005, a partir do cosmódromo Baikonour, pelo foguetão Soyuz. Tem o nome de GIOVE (*GALILEO In-Orbit Validation Element*).

O objectivo dos satélites experimentais foi testar as tecnologias críticas, que estão em desenvolvimento. Os satélites operacionais servirão para validar os segmentos espaciais e de controlo. Esta constitui a fase de validação em órbita (IOV - *In-Orbit Validation*). Nos últimos anos foram lançados quatro satélites operacionais (dois em 21 de Outubro de 2011 e dois em 12 de Outubro de 2012). Os próximos satélites deverão ser lançados nos finais de 2013. A capacidade operacional total (FOC - *Full Operational Capability*) deverá ocorrer nos finais década de 2010 ou no início da década de 2020. A constelação completa GALILEO consistirá de 30 satélites (27 operacionais e 3 de reserva), distribuídos por 3 órbitas quase circulares, com inclinações de 56°, a 23616 km de altitude.

2. SEGMENTO DE CONTROLO

Haverá dois Centros de Controlo GALILEO (GCC - *GALILEO Control Centre*), responsáveis pela gestão e controlo do segmento espacial. O segmento de controlo inclui uma rede global de 20 estações monitoras, denominadas GSS (*GALILEO Sensor Stations*), que farão a recolha de dados a enviar aos GCC, através de uma rede de comunicações redundante. Estes dados, por sua vez, serão utilizados para calcular a informação de integridade e sincronizar os sinais horários dos relógios de todos os satélites e das estações terrestres. A troca de dados entre os Centros de Controlo e os satélites será efectuada através de estações de injeção de dados (*up-link*), localizadas em todo o globo, usando as bandas S e C do espectro electromagnético.

Os satélites GALILEO serão também equipados com um “transponder”, com capacidade para transferir sinais de socorro emitidos pelos receptores para um Centro Coordenador de Socorro (SAR – *Search and Rescue*), que será, por sua vez, responsável pela iniciação das operações de busca e salvamento. Em simultâneo, o sistema enviará um sinal ao utilizador, informando-o que o pedido de socorro foi detectado e que a ajuda vai a caminho, uma

funcionalidade que é única, comparando com os outros sistemas de navegação, que não proporcionam qualquer informação de retorno ao utilizador.

3. SERVIÇOS GALILEO

O GALILEO proporcionará 5 serviços de posicionamento:

- **Serviço Aberto** (OS – *Open Service*) – Serviço básico concebido para satisfazer as aplicações destinadas ao grande público. Será um serviço gratuito, proporcionando sinais para posicionamento e tempo, com qualidade e fiabilidade superiores aos dados pelo GPS.
- **Serviço Comercial** (CS – *Commercial Service*) – Serviço de acesso restrito, que proporciona serviços de valor acrescentado (ou seja, sujeitos ao pagamento de uma taxa), para aplicações comerciais e profissionais, que requeiram maior precisão e desempenho do que os que são disponibilizados pelo serviço livre. Os utilizadores deste serviço obtêm uma chave que permite descriptar os sinais destinados a este serviço. Os serviços de valor acrescentado incluem a garantia do serviço, radiodifusão de dados, serviços de tempo preciso, obtenção de modelos ionosféricos e correcções diferenciais.
- **Serviço Público Regulado** (PRS – *Public Regulated Service*) – Serviço restrito, de acesso controlado e robusto, destinado a aplicações governamentais (forças policiais e alfândegas, por exemplo). O PRS deverá estar disponível continuamente e é caracterizado pela robustez do sinal, que fica protegido contra interferências electromagnéticas (empastelamento) e mistificação.
- **Serviço de Segurança de Vida** (SoL – *Safety of Life Service*) – Serviço com características de posicionamento e tempo ao nível do OS, mas alto nível de integridade para aplicações de segurança crítica. É concebido para utilização na navegação aérea, terrestre e marítima, para situações em que a degradação do desempenho do sistema de navegação sem aviso prévio possa pôr em perigo vidas humanas.

- **Serviço de Busca e Salvamento** (SAR – *Search and Rescue Service*) – Serviço destinado a actividades de busca e salvamento, no âmbito do esforço internacional nesta área. Permitirá a recepção em tempo real de mensagens de pedidos de socorro e localizar esses pedidos com uma grande precisão. Este serviço utiliza um sinal específico (L6, denominado *SAR forward-link*) para reenviar as mensagens de pedidos de Socorro aos centros de salvamento COSPAS – SARSAT (COSPAS é um acrónimo da designação russa “*Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov*”, que pode ser traduzido como “sistema espacial para a busca de navios em dificuldades; SARSAT é um acrónimo da designação inglesa “*Search and Rescue Satellite-Aided Tracking*”).

As principais características dos serviços GALILEO estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características dos serviços GALILEO (a – receptores de dupla frequência; b – receptores monofrequência; c – sinais de aumentação local; SVA – Serviço de valor acrescentado).

	Tipo de Serviço					
	OS	CS		PRS	SoL	
	Cobertura					
	Global	Global	Local	Global	Local	Global
Precisão Horizontal (m)	4^a 15^b	< 1^b	< 0.1^c	6.5	1^c	4 - 6 ^a
Precisão Vertical (m)	8^a 35^b	< 1^b	< 0.1^c	12	1^c	4 - 6 ^a
Disponibilidade	99.8 %	99.8 %		99 % - 99.9%		99.8 %
Integridade	×	SVA		✓		✓

4. SINAL GALILEO

O GALILEO proporcionará 10 sinais de navegação (com polarização circular direita), nas bandas de frequência 1164-1215 MHz (E5a e E5b), 1215-1300 MHz (E6) e 1559-1592 MHz (E2-L1-E1), tal como definido pelo plano de alocação de frequências do RNSS (*Radio Navigation Satellite Service*). Os satélites GALILEO partilham a mesma frequência nominal e códigos diferentes, através da técnica de acesso múltiplo por divisão de frequência (CDMA). Alguns sinais não têm modulação com dados, sendo designados de “sinais piloto”. Todos os utilizadores GALILEO dos serviços OS e SoL têm acesso a 6 sinais, que incluem 3 sinais piloto, disponíveis nas frequências E5a, E5b and L1. Os utilizadores do CS têm acesso a dois sinais em E6 (um deles sinal piloto). Os códigos usados nestes sinais são, por isso, encriptados. Os restantes sinais (um na banda E6 e outro na banda E2-L1-E1) utilizam códigos e dados encriptados, estando o seu acesso reservado apenas a utilizadores autorizados do PRS.

Os sinais GALILEO fornecem 4 tipos diferentes de **dados**:

- **Dados OS** – são transmitidos nas portadoras E5a, E5b e E2-L1-E1. Estão disponíveis para todos os utilizadores e incluem, principalmente, dados de navegação e dados SAR.
- **Dados CS** – são transmitidos nas portadoras E5b, E6 e E2-L1-E1. Todos os dados CS são encriptados e são enviados directamente aos utilizadores por fornecedores de serviços que fazem interface com o Centro de Controlo GALILEO.
- **Dados SoL** – os dados SoL são constituídos essencialmente por dados de integridade e exactidão do sinal no espaço (SISA – *Signal in Space Accuracy*). O acesso aos dados de integridade pode vir a ser controlado.
- **Dados PRS** – são transmitidos nas portadoras E6 e L1.

As características do sinal GALILEO estão resumidas na Tabela 2.

5. REFERENCIAIS

No que diz respeito ao **referencial**, está previsto que o GALILEO adote uma materialização independente de um ITRS, que será designado por *GALILEO Terrestrial Reference Frame* (GTRF). Desta forma, fica garantida a interoperabilidade do GALILEO com o GPS, para a generalidade das aplicações, uma vez que o WGS84 (depois das diversas actualizações) é também compatível com o ITRF .

O GALILEO também terá uma **escala de tempo** própria, denominada *GALILEO System Time* (GST), e que deverá ser uma escala de tempo coordenado contínua, governada pelo Tempo Atómico Internacional, devendo ser garantido um enviesamento inferior a 33 ns. A diferença entre o GST e o TAI e entre o GST e o UTC deverá ser radiodifundido aos utilizadores. No que diz respeito à diferença entre o GST e o GPST, esta deverá ser controlada pelo segmento terrestre do GALILEO e, eventualmente, radiodifundido ao utilizador.

Tabela 2 – Características dos sinais GALILEO (I – em fase; Q – em quadratura; A, B, C – diferentes canais para a mesma frequência).

Sinal			Frequência Central (MHz)	Taxa de código (MHz)	Encriptação de códigos	Taxa de dados (Hz)	Encriptação de dados	Serviço de Referência
ID	Nome	Tipo						
1	E5a-I	dados	1176.45	10	×	25	×	OS/SoL
2	E5a-Q	piloto	1176.45	10	×	-	-	OS/SoL
3	E5b-I	dados	1207.14	10	×	125	Parcial	OS/SoL/CS
4	E5b-Q	piloto	1207.14	10	×	-	-	OS/SoL/CS
5	E6-A	dados	1278.75	5	Governamental	?	✓	PRS
6	E6-B	dados	1278.75	5	Comercial	500	✓	CS
7	E6-C	piloto	1278.75	5	Comercial	-	-	CS
8	E2-L1-E1A	dados	1575.42		Governamental	?	✓	PRS

9	E2-L1-E1-B	dados	1575.42	2	×	125	Parcial	OS/SoL/C S
10	E2-L1-E1-C	piloto	1575.42	2	×	-	-	OS/SoL/C S
11	L6	dados	1544.10	-	-	-	-	SAR