Indra

GPS vs. GALILEO



Global Navigation Satellite Systems e a Gestão do Espaço Aéreo

V.1.A

Transporte Aéreo, Aeroportos, Navegação Aérea e Globalização das Economias - Lisboa,
28 de Maio de 2008

D. Santos / M. Ferreira

Índice

- Introdução
- Sistemas Actuais
- Galileo
- Comparação
- Aplicabilidade
- Futuro
- Referências

Índice

- Introdução
- Sistemas Actuais
- Galileo
- Comparação
- Aplicabilidade
- Futuro
- Referências

Introdução

- **Global Navigation Satellite Systems (GNSS) são sistemas que usam constelações de satélites para transmitir sinais utilizados para o posicionamento e localização em qualquer parte do globo terrestre**

- **Actualmente existem 2 sistemas:**
  - NAVSTAR GPS - Sistema dos Estados Unidos da América e operado pelo departamento de Defesa
  - GLONASS – Desenvolvido pela antiga União Soviética e actualmente operado pela Federação Russa

Introdução (cont.)

Sistemas em implementação:

- Galileo – Sistema GNSS desenvolvido pela ESA e futuramente operado pela UE
- COMPASS – Sistema GNSS planeado pela China

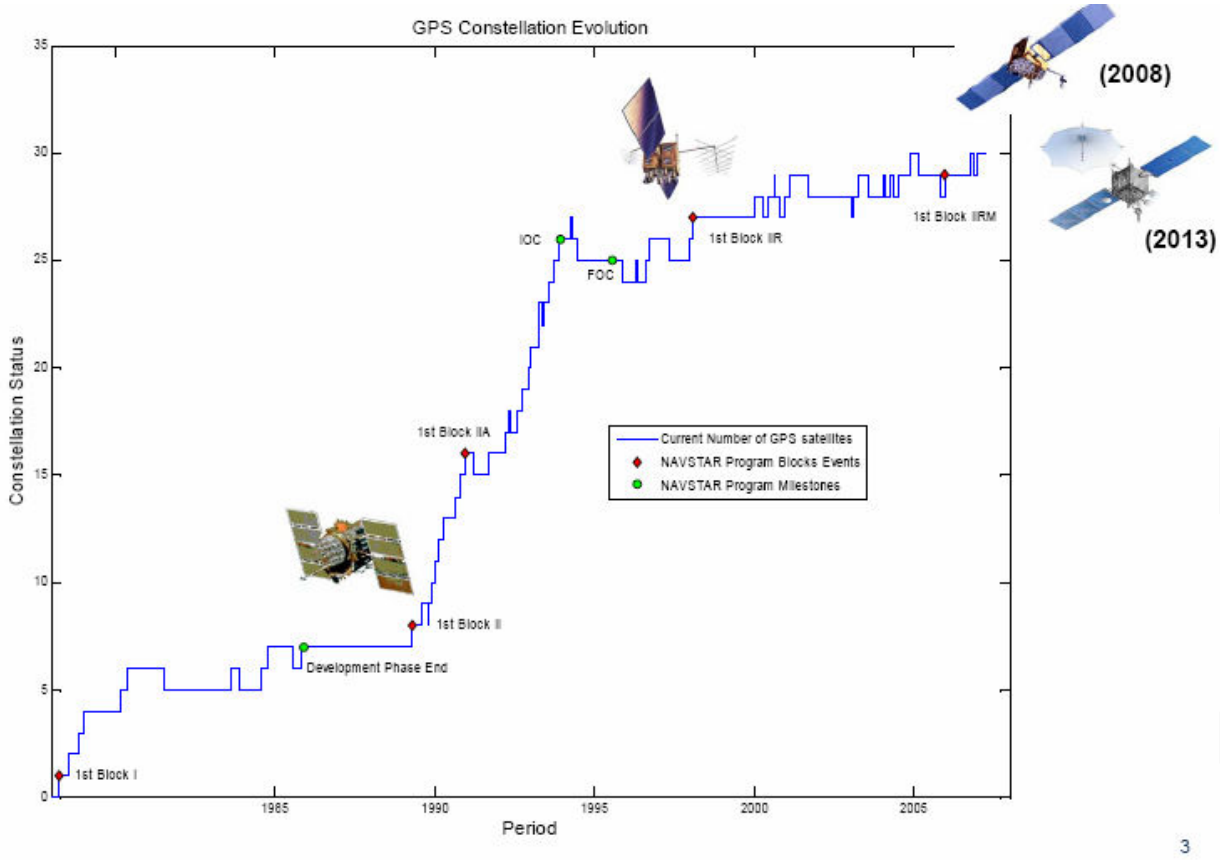
- **Serviços SBAS – serviços usam satélites para melhorar a precisão do sinal GNSS numa determinada área**
  - EGNOS - Europa
  - WAAS - EUA
  - Beidou - China
  - IRNSS – Índia
  - QZSS - Japão

Índice

- Introdução
- **Sistemas Actuais**
- Galileo
- Comparação
- Aplicabilidade
- Futuro
- Referências

Sistemas Actuais – NAVSTAR GPS

- **Único Sistema de GNSS actualmente completamente operacional**
- **Operacional desde Julho de 1995**
- **Composto por:**
  - 24 Satélites igualmente distribuídos por 6 planos orbitais a 22 200km de altitude
  - Período orbital de 12h

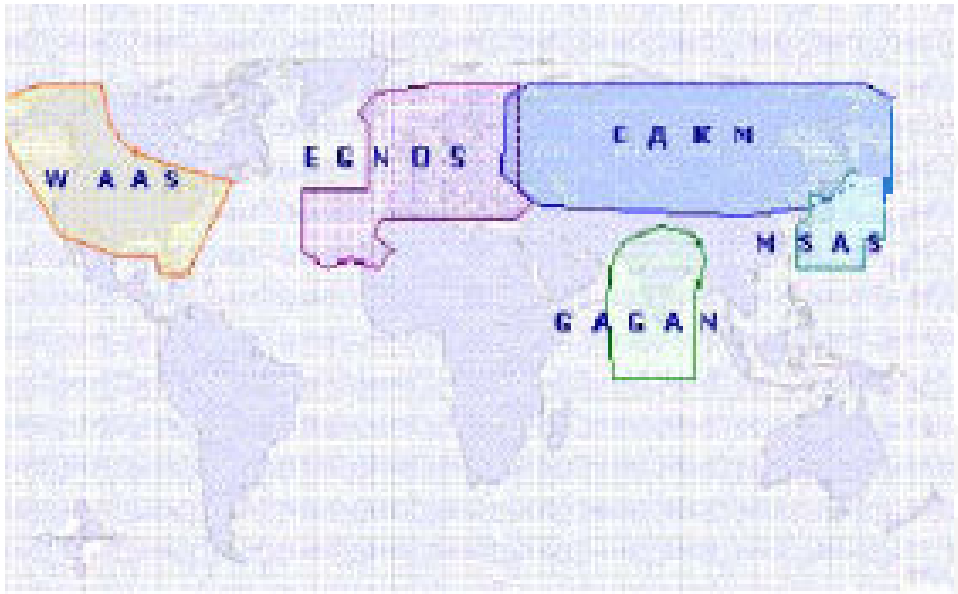


Sistemas Actuais – Glonass

- **GLONASS – ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система**
  - O desenvolvimento do GLONASS começou em 1976, com inicio operacional em 1991. A constelação ficou completa em 1995. Com o colapso da economia Russa o sistema deixou de ser actualizado e em 2001 apenas 8 satélites estavam operacionais
  - Em 2002 o sistema começou a ser redesenhado com novos satélites lançados desde 2003 e estando planeado que este ano se consiga uma constelação operacional de 18 satélites, esperando-se 24 em 2010

Sistemas Actuais – SBAS (Serviços de melhoria via satélite)

- **Modo de operação:**
  - Estações terrestres detectam os sinais dos sistemas GNSS e usam satélites geostacionários para retransmitir correcções a estes sinais
- **Serviços Existentes**
  - EGNOS - Europa
  - WAAS - EUA
  - Beidou - China
  - GAGAN (IRNSS) – Índia
  - MSAS (QZSS) - Japão



Índice

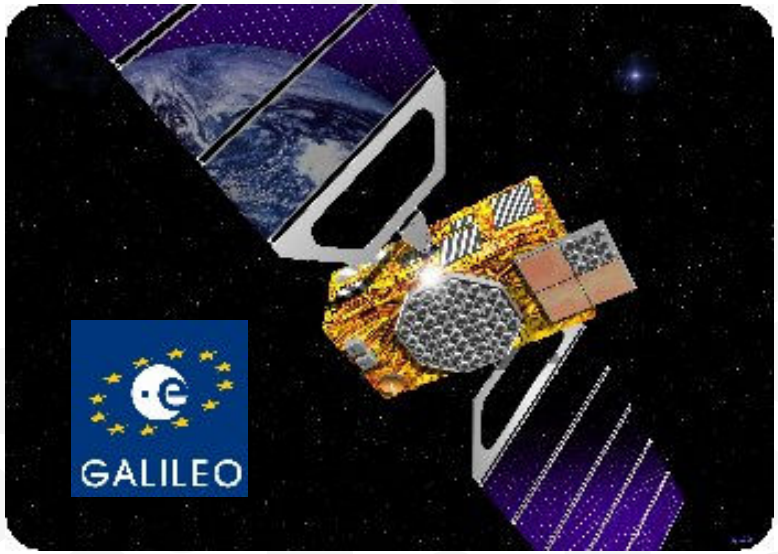
- Introdução
- Sistemas Actuais
- Galileo
- Comparação
- Aplicabilidade
- Futuro
- Referências

Galileo

- **Iniciativa comum da União Europeia e da Agência Espacial Europeia**

- **Primeiro sistema de navegação Mundial para fins civis, aberto à cooperação Internacional e exploração em regime comercial**

- **Características:**
  - Maior Precisão
  - Garantia do Serviço
  - Integridade e Autenticação
  - Serviços à Medida para os Utilizadores

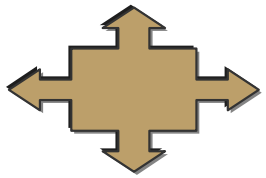


Galileo – Argumentos

Independência Europeia
Soberania da Politica Industrial

Politico

Social



Tecnológico

Melhores e novos serviços para o cidadão
Melhoria segurança sistemas de transporte
Benefícios ambientais

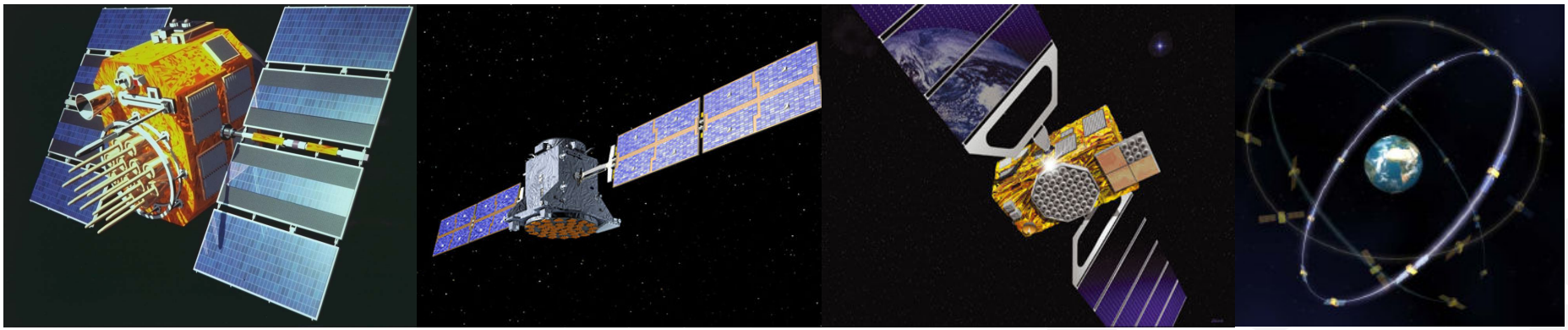
Avanço tecnológico para a indústria europeia
Explorar as sinergias de uma série de tecnologias

Económico

Quotas de mercado global
Competitividade global de todos os segmentos da cadeia de valor
Emprego
Eficiência do sector de transportes

Galileo – Fases

- **Definição – Completa em 2003**
- **Desenvolvimento e Validação em Órbita (IOV) - Actual**
- **Desenvolvimento Completo e Operação (FOC) - 2013**



Galileo - Actual

GSTB-V2 / GIOVE A



- Peso Lançam.: 450 kg
- Potência: 600 W
- Dimensões Armazenag.: 1.3 m x 1.74 m x 1.4 m

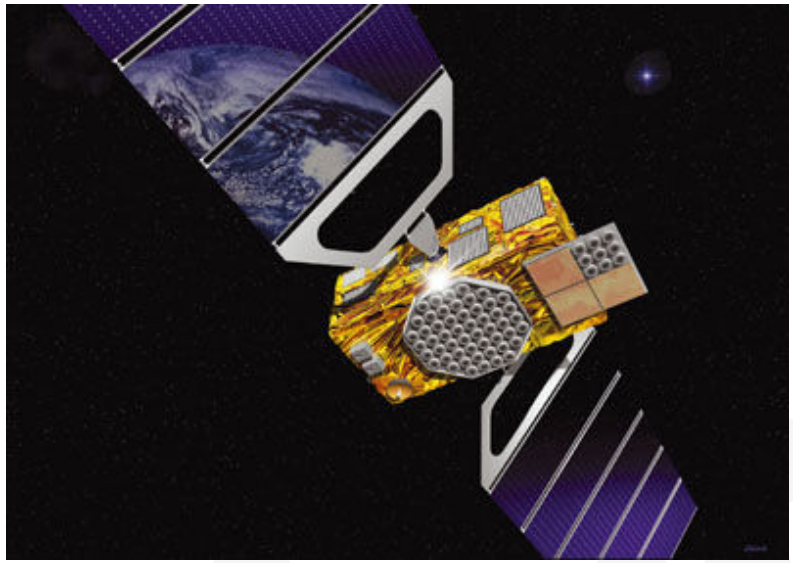
GSTB-V2 / GIOVE B



- Peso Lançam.: 523 kg
- Potência: 943 W
- Dimensões Armazenag.: 0.955 m x 0.955 m x 2.4 m

Galileo – Desenvolvimento e Validação em Órbita (IOV)

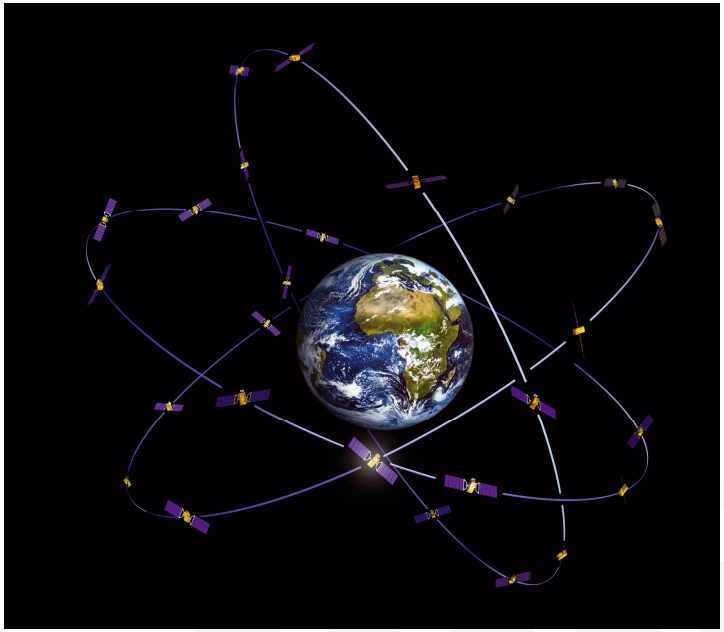
- **4 Primeiros Satélites da Constelação Final**
- **4 Relógios por Satélite (2 Rubidium + 2 Maser)**
- **SAR transponder: aproximad. 20 kg / 100 W**
- **Navigation payload: 115 Kg / 780 W**
- **10 Sinais de Transmissão**

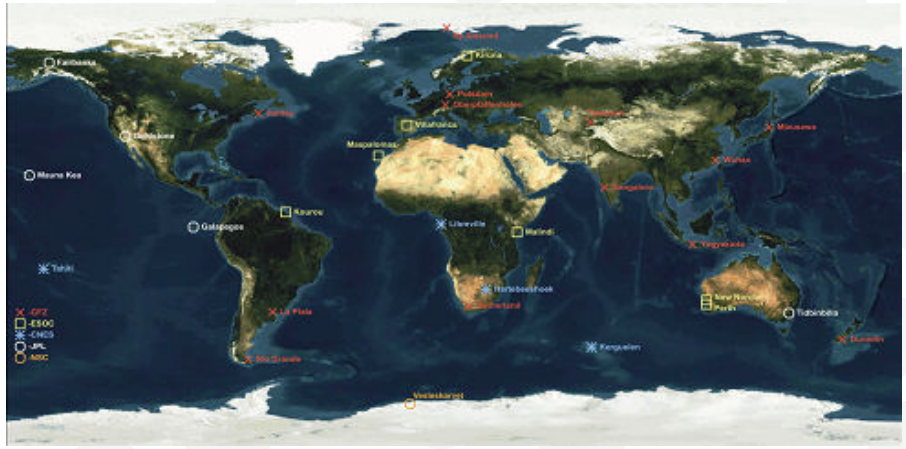




Galileo – Desenvolvimento Completo e Operação (FOC)

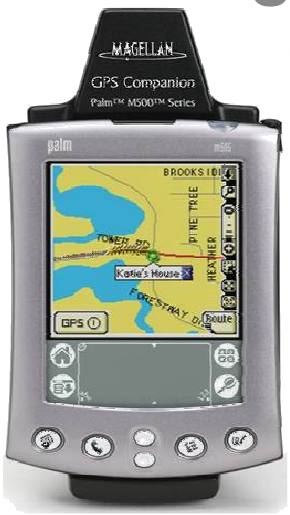
- **Segmento de Espaço**
  - Nº Satélites: 30 Satélites MEO (Medium Earth Orbit)
  - Constelação: 3 Planos
  - Altitude: 23616 Km
  - Inclinação: 56º
  - Ground Repeat: 10 dias
- **Segmento de Terra**
  - 2 Galileo Control Centers (GCC)
  - 20 Galileo Sensor Stations (GSS)
  - 9 Up Link Stations (ULS)
    - 4 antenas C-Band cada





Galileo – Serviços

Serviço Aberto
Open Service (OS)



Serviço Comercial
Commercial Service (CS)





Serviço Safety of Life
(SoL)

Serviço Público Regulamentado
Public Regulated Service (PRS)





Serviço de Procura e Salvamento
Search and Rescue Service (S&R)

Galileo – Serviços (cont.)

- **1. Serviço Aberto**
  - Gratuito
  - Precisão (H: 4m V: 8m)
  - Aplicações de mercado assentes sobre receptores GPS - Galileo
- **2. Safety of life**
  - Integridade global (risco de integridade: 3.5.10-7, VAL = 20m, 12m = HAL, Tempo de alarme = 6 segundos)
  - Garantia de serviço
  - Utilização combinada Galileo + EGNOS
  - Garantia de fiabilidade

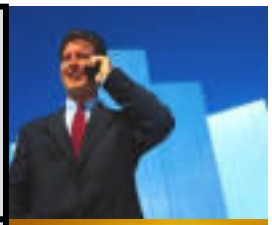
Galileo – Serviços (cont.)

- **3. Serviço Comercial**
  - Serviços de valor acrescentado no que diz respeito ao serviço aberto (H: <1m e V: <2m)
  - Garantia de serviço
  - Interface com os prestadores de serviço
- **4. Serviço Público Regulamentado**
  - Continuidade e robustez
  - Garantia de serviço
  - Aplicações públicas (polícia, protecção civil, serviços de emergência)
  - Aplicações estratégicas e críticas (energia, telecomunicações, etc.)

Galileo – Serviços (cont.)

- **5. Procura e Salvamento**
  - Coordenadas com COSPAS-SARSAT
  - Melhora a precisão na localização dos pedidos de socorro

Galileo – Serviços (cont.)

Navegação	**Serviço Aberto** Open Service	**Gratuito;** Público em Geral; Posicionamento Simples	
	Comercial Commercial	Cifrado (sinais dedicados em banda E6); **Garantia de Serviço - Dados via Internet**	
	Safety of Life (SoL)	Serviço Aberto + **Integridade** e Autenticação do sinal. **Garantia do Serviço**	
	Público Regulamentado Public Regulated	Cifrado; Integridade; Disponibilidade Continua	
SAR	**Procura e Salvamento** Search and Rescue (SAR)	Quase em Tempo Real; Preciso	

Índice

- Introdução
- Sistemas Actuais
- Galileo
- Comparação
- Aplicabilidade
- Futuro
- Referências

Comparação

Sistema	GPS	GLONASS	Galileo
Total Satélites	24+3	24 (14 oper.)	27+3
Planos Orbitais	6	3	3
Altitude Orbital	20 200	19 100	23 616
Inclinação	55º	64.8º	56º
Frequência	1575.42 MHz 1227.6 MHz	1246 – 1257 MHz 1602 – 1616 MHz	1164 – 1300 MHz 1559 – 1591 MHz
Modulação	CDMA	FDMA	CDMA

Comparação (cont.)

Sistema de GNSS	Precisão Actual	Frequências e Sinais
GPS	10-20 [m]	L1-C/A L2C: L2CM(Civil Moderate) L2CL(Civil Long)
GLONASS	10-20 [m] (militar)	Standard Precision (SP) Encrypted High Precision (HP). Uma terceira frequência será utilizada pelo GLONASS-K.
GALILEO	3-5 [m] (publico) <1 [m] (comercial)	Banda-L Inferior (E5a e E5b) Banda-L Média (E6) Band-L Superior (E1)

Comparação (cont.)

- **GPS vs. Galileo**
  - Haverá verdadeiramente uma competição?
    - Os dois sistemas são compatíveis entre si: a evolução do GPS IIIA terá um sinal compatível com o Galileo Open Service
    - A evolução GLONASS-K irá incluir sinais em L1CR e L5 aumentado a sua compatibilidade com o Galileo e GPS (mudança de FDMA para CDMA)
    - O governo chinês apesar de desenvolver o sistema COMPASS participa no programa Galileo
    - O sistema de melhoria Europeu EGNOS, que actualmente funciona com sinal GPS, vai na próxima versão (2017) incluir em paralelo sinais Galileo

Índice

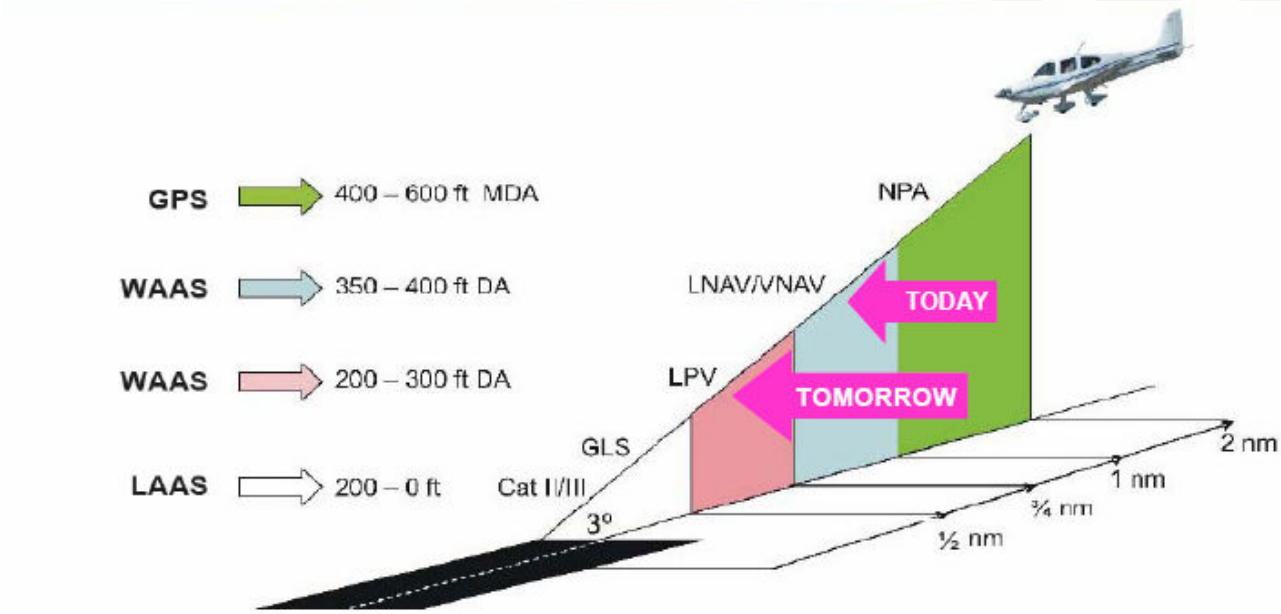
- Introdução
- Sistemas Actuais
- Galileo
- Comparação
- **Aplicabilidade**
- Futuro
- Referências

Aplicabilidade

- **Actualmente o sistema GPS (com ou sem serviços de melhoria) é amplamente utilizado**
- **Tem no entanto as seguintes vulnerabilidades:**
  - Susceptível a interferências
  - Susceptível a efeitos ionosféricos
  - Operador único
- **Os projectos correntes de múltiplas frequências e múltiplos operadores apresenta oportunidades para resolver estas vulnerabilidades**

Aplicabilidade (cont.)

- **O uso de múltiplos sistemas de GNSS (GPS+Galileo) junto com sistemas de melhoria para fornecer correcções especificas para a zona promete soluções para estes problemas.**



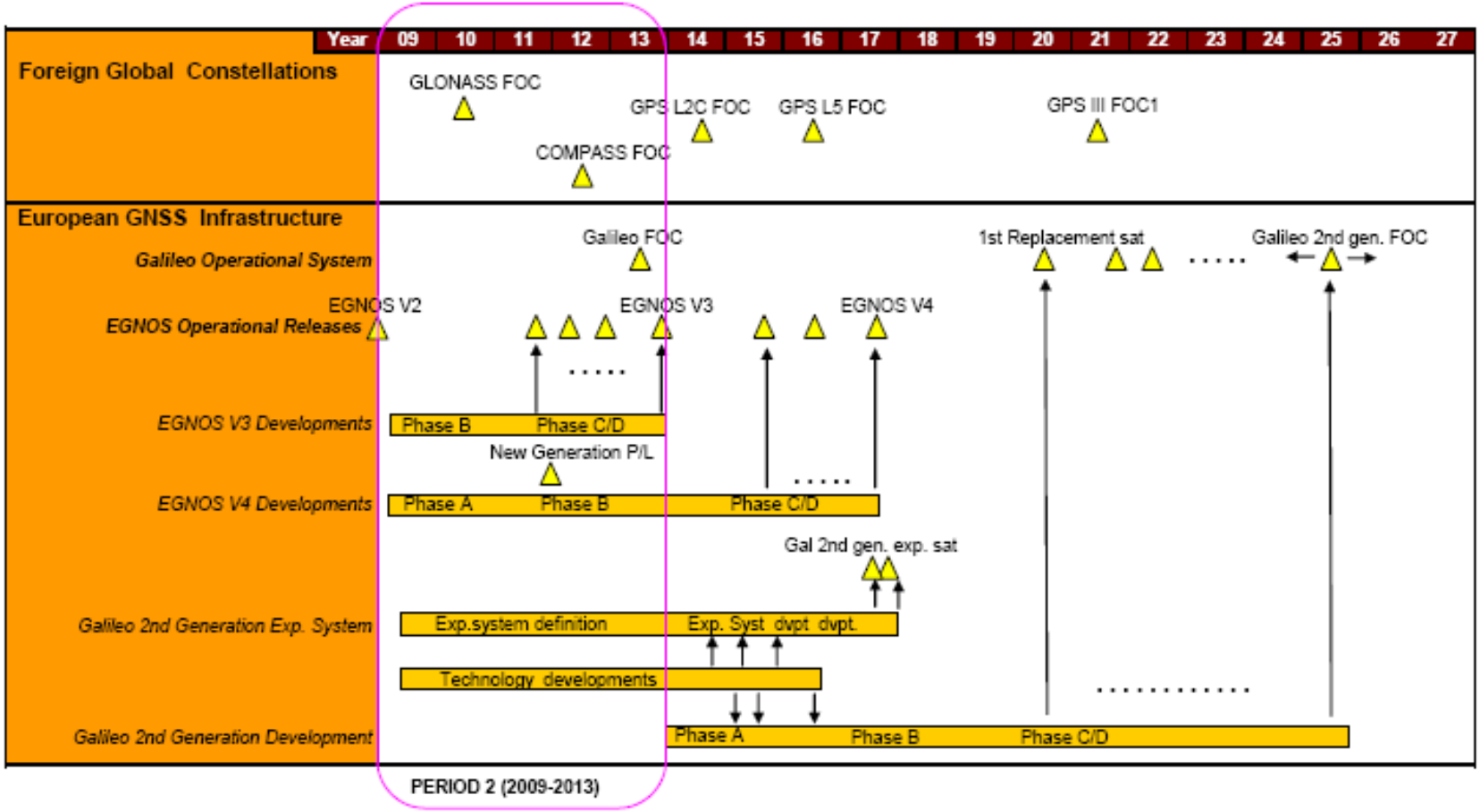
Aplicabilidade (cont.)

Sistemas: (L1/L5 – GPS E5a/b - Galileo)	**Nível A** (Aeronáutica APV II, aplicações viárias e ferroviárias)	**Nível B** (Aeronáutica NPA)	**Nível C** (Aplicações Marítimas)
Bi-Frequência *E5a+ L1* *ou* *E5b+L1*	*HAL=40 m* *VAL= 20m* *TTA=6 segundos* *Risco de Integridade =2.10-7/150 s*	*HAL=556m* *TTA=10 seg.* *Risco Int.=10^{-7}/hora*	*HAL=25m* *TTA3 h* *=10 segundos* *Risco Int.=10^{-5}/3 horas*
Mono-Frequência *L1* *ou* *E5b*	*Não alcançável.*	*HAL=556m* *TTA=10 seg.* *Risco Int.= =10^{-7}/hora*	*Não alcançável.*

Índice

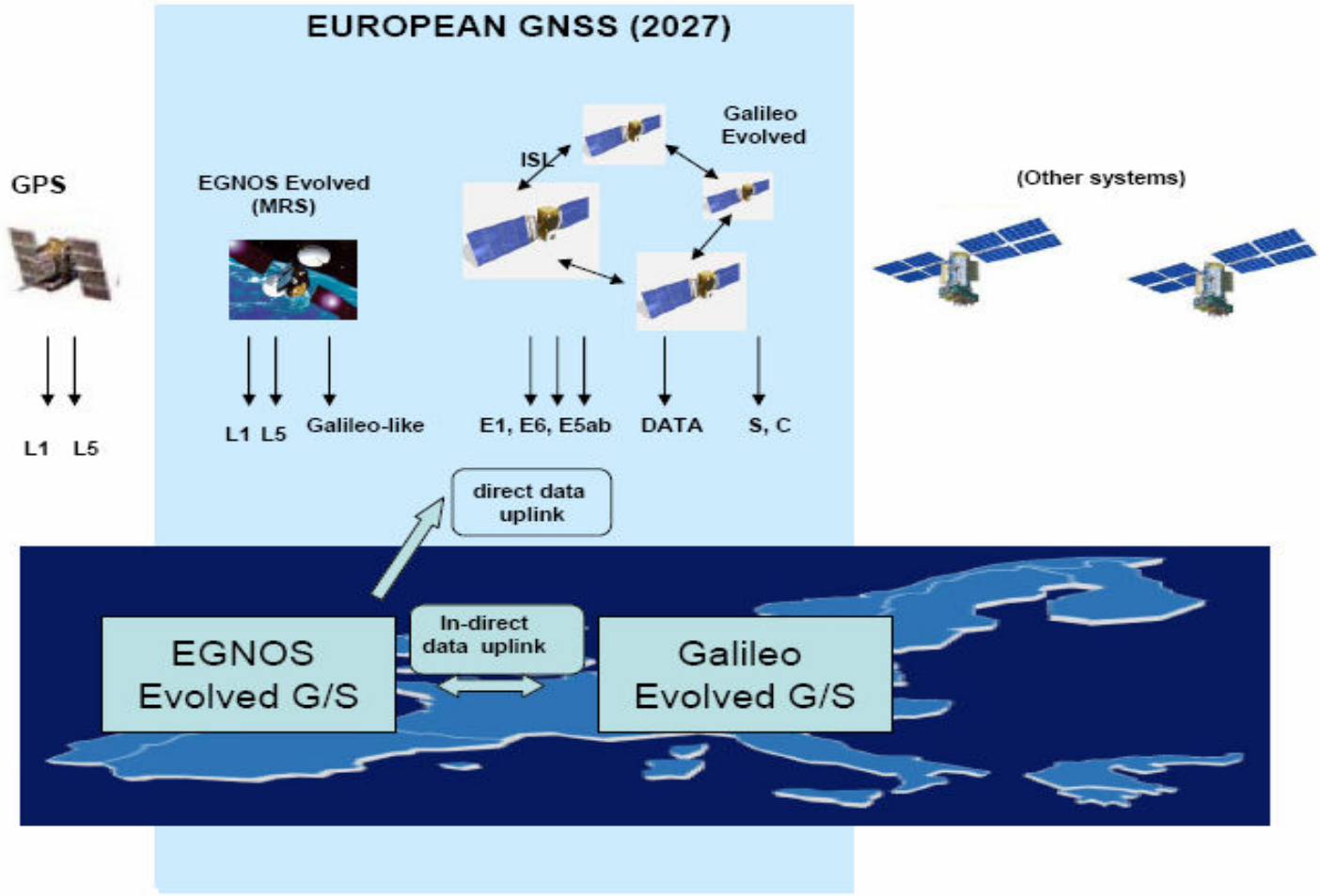
- Introdução
- Sistemas Actuais
- Galileo
- Comparação
- Aplicabilidade
- Futuro
- Referências

Calendário Principais Sistemas



Futuro (cont.)

- **Maior integração entre os sistemas GNSS e SBAS**



Futuro (cont.)

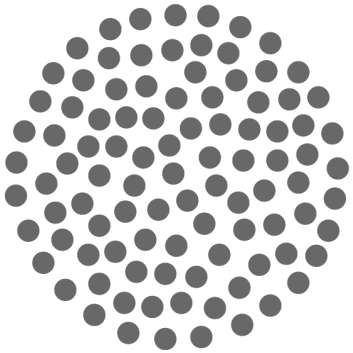
- **Estudos:**
  - Novos sinais de navegação optimizados
  - Novos algoritmos (Space Diversity)
  - Canais dedicados para transmissão de dados separados do sinal de navegação
  - Comunicação entre satélites
  - Feixes Direccionais para transmissões locais ou regionais
  - Utilização de novas frequências Banda-S ou Banda-C – possível partilha de frequência com 4G móvel

Índice

- Introdução
- Sistemas Actuais
- Galileo
- Comparação
- Aplicabilidade
- Futuro
- Referências

Referências

- **Informação Adicional disponível nos seguintes Sites:**
  - http://www.esa.int/esaNA/galileo.html
  - http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/galileo/index_en.htm
  - http://www.galileoju.com/
  - http://www.gsa.europa.eu/
  - http://www.galileo-masters.eu/
  - http://www.networkworld.com/news/2007/072607-eu-us-make-breakthrough-on.html?inform



Indra

O valor da antecipação

Milton Ferreira
Defesa e Espaço
mferreira@indracompany.pt

Diogo Santos
Defesa e Espaço
dsantos@indracompany.pt