



POLITÉCNICA

Seminarios. Master en Ciencias y Tecnologías de la Computación

Tecnologías de Posicionamiento



Universidad Politécnica de Madrid

Curso 2015 / 16



POLITÉCNICA

Sistemas de navegación

Navegación

- Definición 1: Acción de navegar
- Definición 2: Viaje que se hace con una nave
- Definición 3: Ciencia y arte de navegar
- Definición 4: (de altura) La que se hace por mar fuera de la vista de la tierra , y en la que se utiliza, para determinar la situación de la nave, la altura de los astros.

Radio-navegación

- Radio-determinación
- Radio-navegación
- Radio-localización



3



POLITÉCNICA

GPS - definición

GPS → Sistema de Posicionamiento Global

GPS == GNSS Sistemas Globales de Navegación por Satélite

GNSS 1: – 2008

GPS 1978 primero 1994 completo NAVSTAR (NAVigation System with Timing And Ranging) → 2 Tipos de servicio: SPS (Standard Posicioning Service), civil, PPS (Precise Positioning Service), militar.

GLONASS 1982 primero, 1996 completo

SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS)

GNSS 2: 2008 – 2020

GPS-2

Galileo



4

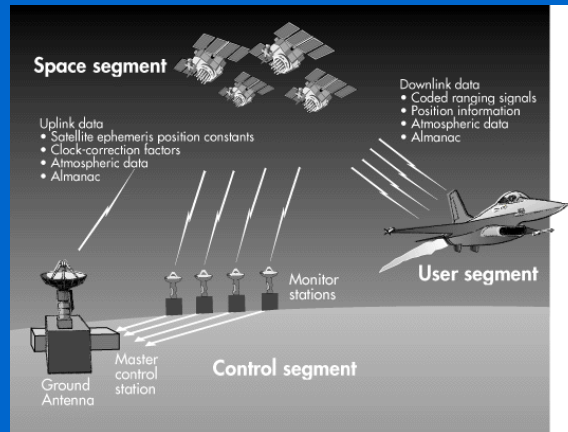


GPS – funcionamiento

Segmento Espacial

Segmento de control

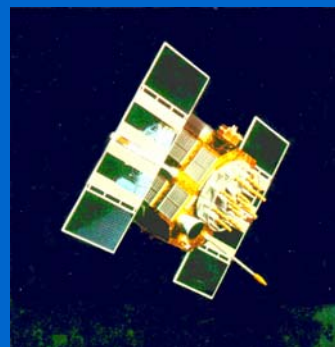
Segmento de Usuario



GPS – funcionamiento

Segmento Espacial

- Constelación NAVSTAR:
 - 50 satélites lanzados hasta el momento
 - 24 satélites operativos como mínimo (Block II/IIA, Block I)
 - 6 planos orbitales, 12 horas/orbita
 - 4 satélites/orbita
 - 20200 Km de altitud
 - 55 grados de inclinación
 - Frecuencia de emisión: 1575.42 MHz (L1), 1227.6 (L2)

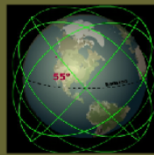




Segmento Espacial

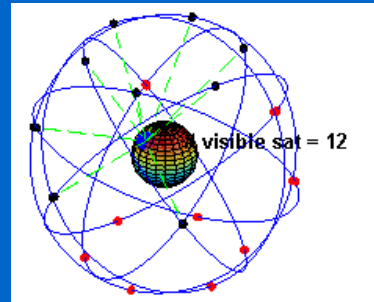
Satellite Orbits

An animation depicting a single orbit plane with four satellites in the same orbit.



Start Animation ▶

This courseware component is brought to you by the PrecisionAg@MCState team and is freely available for use under our OpenContent and OpenPublication License. Questions should be directed to systemmaster@www.soll.ac.usd.edu



visible sat = 12



Segmento Espacial

- Cada satélite lleva relojes atómicos de Cesio y Rubidio.
- El reloj de Cesio es más estable para periodos cortos de tiempo,
- El de Rubidio es más estable para periodos largos.

- Como se precisan grandes estabilidades en ambos términos cada satélite lleva 2 relojes de Cesio y 2 de Rubidio funcionando a una frecuencia de 10.23 MHz.

- La sincronización de los relojes y de las frecuencias del sistema GPS se realizan desde el Segmento de Control del sistema.



GPS – funcionamiento

Segmento Espacial

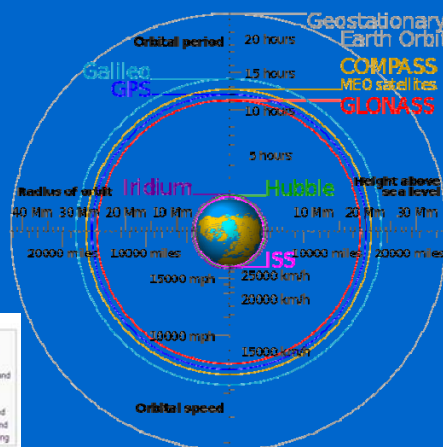
Dada la gran exactitud requerida, hay que considerar los efectos relativistas provocados por la gran velocidad de los satélites y por la diferente gravedad existente a 20169 Km de la Tierra:

- Relatividad Especial: Debido a la velocidad relativa entre los relojes de la Tierra y los que están en los satélites, el reloj del satélite observado desde la Tierra va más lento de lo previsto.
 - Relatividad General: El satélite está situado en un campo gravitatorio más tenue que en la Tierra, por lo que su reloj irá levemente más rápido que en la Tierra.
- Por tanto, a esa distancia, los relojes de los satélites van más rápido que los terrestres, por lo que aquí en la tierra se fijan a una frecuencia menor (10229999.99545 Hz).



GPS – funcionamiento

Segmento Espacial



Cross reference of PRNs to blocks

PRN	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
IA		H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
IR	H																																
IM																																	
IF	H																																

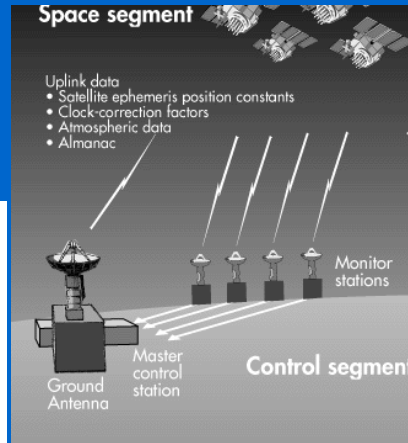
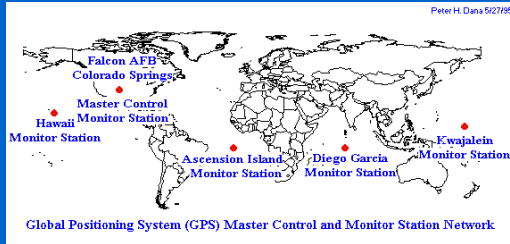
Legend:
H = In orbit and healthy
U = Unhealthy and unusable
D = Decommissioned
T = Launched and undergoing testing



GPS – funcionamiento

Segmento de Control

- Estación de control maestro (MSC)
- Antenas de tierra
- Estaciones monitoras



GPS – funcionamiento

Segmento de Usuario





GPS – GLONASS

- GNSS operado por la Agencia Rusa del Espacio.
- Características similares al GPS americano en cuanto a prestaciones.
- Distinta filosofía de funcionamiento: un mismo mensaje y distinta frecuencia para cada satélite.
- Frecuencia base: $f_0 = 10,23$ MHz



GLONASS constellation status, 07.02.2012

Total satellites in constellation	31 SC
Operational	24 SC
In commissioning phase	1 SC
In maintenance	2 SC
Spares	3 SC
In flight tests phase	1 SC

13



GPS – GALILEO



- Galileo es el Sistema Global de Navegación por satélite Europeo, con capacidad para proporcionar servicios de posicionamiento altamente precisos, garantizados y bajo control civil.
- Interoperable con GPS y GLONASS.
- 30 satélites con órbitas de 14 horas, posicionados en tres planos orbitales medios a 23.222 Km de altura, y con una inclinación de cada plano orbital de 56° respecto al ecuador.

14



GPS – GALILEO

Galileo system architecture



GPS – GALILEO

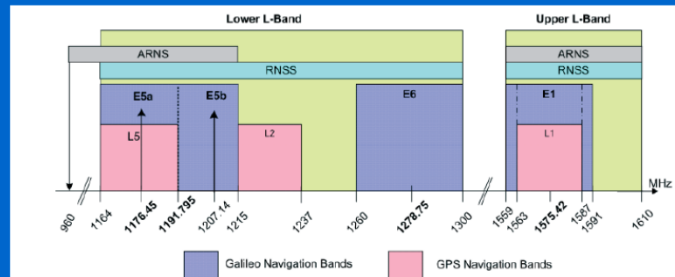


Figure 2. Galileo Frequency Plan



GPS – GALILEO

- 6 grandes ventajas:
 - Las órbitas son null-relativistic
 - Las frecuencias permiten modelar el retardo ionosférico (L1 Vs. E5a).
 - Control civil del sistema.
 - Mayor precisión en el posicionamiento autónomo.
 - Integridad
 - Autenticación



GPS – GALILEO

5 servicios básicos:

- Open Service – OS.
 - Precisión: <10 metros.
 - Frecuencias: E5A, E5B, L1.
- Safety-of-Life – SoL
 - Precisión: <10 metros ¿?
 - Frecuencias: E5A, E5B, L1.
 - Integridad garantizada.
- Commercial Service – CS
 - Precisión: <1 metro ¿?
 - Frecuencias: E5A, E5B, L1, E6.
 - Integridad garantizada.
- Public Regulated Service – PRS.
 - Precisión: <1 metro ¿?
 - Frecuencias: E5A, E5B, L1, E6.
 - Integridad garantizada.
 - Protección ante interferencias
- Search and Rescue Service – SAR
 - No es un servicio de posicionamiento sino de transmisión global del sistema SAR mundial.



GPS – GALILEO

5 servicios básicos:

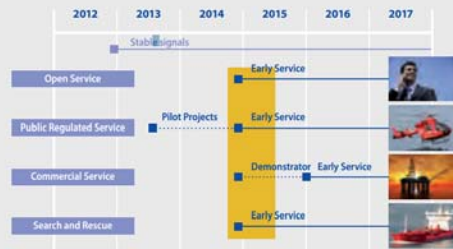
Galileo Services

Open Service (OS) – a freely accessible service for positioning, navigation and timing, utilising the dual-frequency Galileo Signal in Space (SIS). The Open Service is global and free to use.

Public Regulated Service (PRS) – an encrypted, secure service with additional advanced features designed for greater robustness and higher availability, primarily directed at government/public sector operations.

Commercial Service (CS) – delivers authentication and high accuracy services for commercial applications.

Search and Rescue Service (SAR) – assists in locating people, vessels and aircraft in distress, with confirmation that help is on the way.



GPS – BEIDOU

Beidou Navigation Satellite System (BDS):

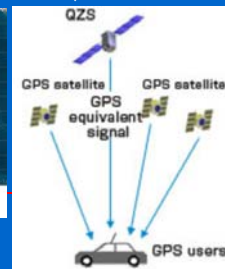
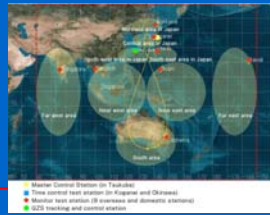
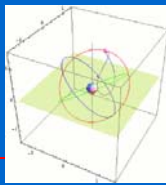
- Sistema de navegación por satélite Chino, destinado a uso nacional.
- La constelación Beidou-1 usa satélites en órbita geoestacionaria.
- BeiDou-1 calcula las coordenadas únicamente con dos satélites y una estación en tierra.
- Se espera que *Compass*, la segunda generación, cuente con 14 satélites para 2015 y 2020, ya plenamente operativo, deberá contar con 30 satélites.
- Usuarios "obligatorios": Todos los vehículos turísticos, autobuses de larga distancia y vehículos para el transporte de mercancías peligrosas.



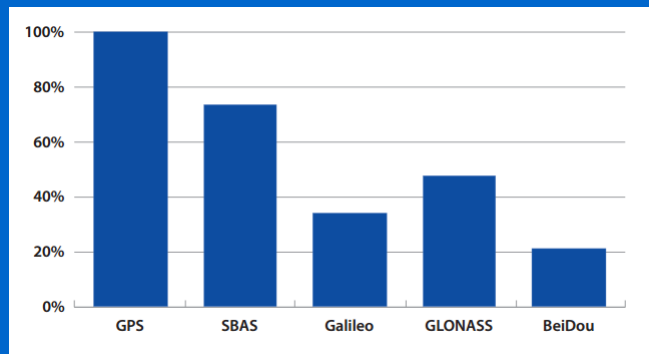


GPS – QZSS (Japan Quasi Zenith Satellite System)

- Constelación Japonesa de 4 satélites en órbita Geosíncrona en el área de Japón.
- Se usan como complemento al GPS Navstar a fin de aumentar su disponibilidad.
- El primer "Michibiki" se lanzó en Sept 2010. Los siguientes están previstos en 2016 y 2017.
- Todos los satélites transmiten en doble frecuencia como Galileo, con precisiones similares.

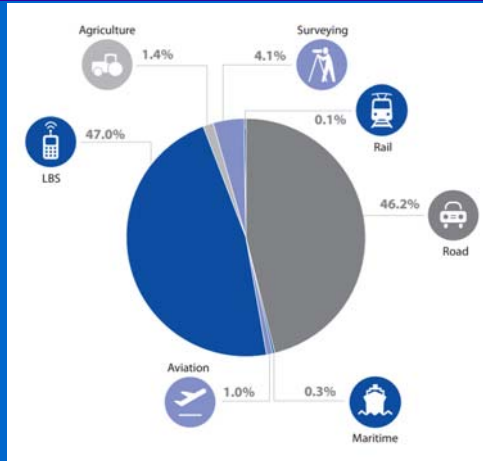


GPS – Cuota de mercado





GNSS – MERCADO



GNSS – MERCADO

