

“Initial Services”, la nuova fase del programma Galileo

di Marco Lisi

Il 15 dicembre dello scorso anno, nel corso di una cerimonia alla quale hanno partecipato tutti i principali personaggi del programma Galileo a livello istituzionale (la Commissaria Bienkowska ed il Commissario Sefcovich per la Commissione Europea, il Direttore Generale prof. Woerner ed il Direttore dei Programmi di Navigazione Paul Verhoef per l'ESA, il Direttore Esecutivo Carlo Des Dorides per la GSA), sono stati dichiarati ufficialmente operativi i “Galileo Initial Services”.



Questa nuova fase del programma Galileo, associata alla fornitura di servizi garantiti e ad una serie di cambiamenti operativi ed organizzativi, ha tuttavia un significato essenzialmente politico: per la prima volta la Commissione Europea prende ufficialmente la sua responsabilità di fronte agli utenti europei e mondiali per i servizi di localizzazione, navigazione e tempo forniti dalla seppur parzial-

mente completata costellazione dei satelliti Galileo.

Tali servizi, dato lo stato di parziale completamento del sistema, sono ancora limitati e garantiscono prestazioni inferiori a quelle disponibili in futuro, quando la costellazione ed il sistema di supporto a terra saranno completati. Pur tuttavia, essi contribuiranno a migliorare da subito le applicazioni disponibili agli utenti, seppur in un'ottica

multi-costellazione, cioè come integrazione dei servizi forniti da altri GNSS (ad esempio l'americano GPS). In particolare, per quanto riguarda la distribuzione globale di un riferimento di tempo universale (UTC), con gli “Initial Services” può addirittura vantare la piena autonomia dagli altri GNSS (per la distribuzione del tempo UTC è infatti sufficiente un solo satellite in visibilità).



Fig. 1 - 17 Novembre 2016, alle ore 14:06 CET. Lanciati per la prima volta quattro satelliti Galileo, utilizzando il razzo vettore Ariane 5, dal Guiana Space Center di Kourou, nella Guiana Francese.



Lo stato attuale del sistema Galileo ed il suo piano di completamento

Pochi giorni prima della citata cerimonia di dichiarazione degli "Initial Services", il 17 novembre 2016, quattro satelliti Galileo venivano felicemente posti in orbita da un vettore Ariane 5 dopo un lancio da manuale effettuato dalla base ESA di Kourou, nella Guyana francese.

Questo lancio rappresenta una importante pietra miliare nella storia di Galileo, non solo per aver aggiunto in un sol colpo quattro satelliti alla costellazione (che conta ora 18 satelliti in orbita), ma anche perché è il primo lancio quadruplo di satelliti GNSS della storia. Galileo è un'iniziativa europea che ha l'obiettivo di fornire all'Europa ed al mondo intero un'infrastruttura di localizzazione, navigazione e tempo molto accurata ed autonoma. Seppur completamente autonomo, Galileo sarà tuttavia interoperabile con gli altri GNSS esistenti, in particolare con l'americano GPS.

L'implementazione del sistema Galileo è stata sviluppata in due fasi: una fase iniziale di "validazione in orbita" ("In-Orbit Validation, IOV, phase") ed una successiva fase di "piena capacità operativa" ("Full Operational Capability, FOC, phase"), ancora in corso di realizzazione.

Al termine della fase FOC, nella sua configurazione finale, il sistema Galileo includerà 30 satelliti in orbita (24 più 6 in ridondanza attiva) ed una complessa rete di terra, con centri

di controllo e stazioni sparse su tutta la superficie del globo terrestre.

Il sistema Galileo è progettato per fornire una serie di servizi, ciascuno associato a differenti segnali radio ("Signals in Space, SiS"):

- L'"Open Service, OS" ed il "Public Regulated Service, PRS" sono simili, rispettivamente, allo "Standard Positioning Service" ed al "Precise positioning Service" del sistema GPS;
- Il "Commercial Service", una delle innovazioni introdotte da Galileo, fornirà servizi di posizionamento e tempo molto accurati e soprattutto autenticati, specificatamente per applicazioni commerciali;
- Il "Search & Rescue", parte della più vasta organizzazione internazionale Cospas-Sarsat, fornirà servizi di soccorso ad utenti in condizioni di emergenza ed estremo pericolo.

I satelliti Galileo non sono molto grandi: la loro massa al momento del lancio è di circa 700 chilogrammi. Attraverso i loro pannelli solari sono in grado di generare una potenza di utile di circa 2 chilowatt. L'intero satellite è progettato



Fig. 2 - Alcune informazioni sul satellite Galileo FOC

per una vita di almeno 12 anni in orbita.

Il cuore dei satelliti Galileo è costituito dagli orologi atomici, che hanno recentemente sofferto di alcuni problemi, peraltro in via di risoluzione. Ogni satellite Galileo imbarca quattro orologi atomici:

- 2 “Passive Hydrogen Masers”, con una stabilità di 0.5 nanosecondi in 12 ore, cioè di 1 secondo ogni 3 milioni di anni (!) (al momento, questi sono gli orologi più stabili mai messi in orbita);
- 2 orologi al Rubidio, con una stabilità di 3 secondi ogni milione di anni.

Tanto per chiarire le idee, basti pensare che un orologio da polso al quarzo di buona qualità ha una stabilità tipica di un secondo all’anno.

La costellazione Galileo è distribuita su 3 piani orbitali, inclinati di 56 gradi rispetto all’Equatore. Nella sua configurazione finale, sarà composta di 24 satelliti, 8 per ciascuno dei tre piani orbitali, più 6 satelliti in ridondanza attiva o, come si dice, “calda” (2 satelliti per ciascun piano orbitale).

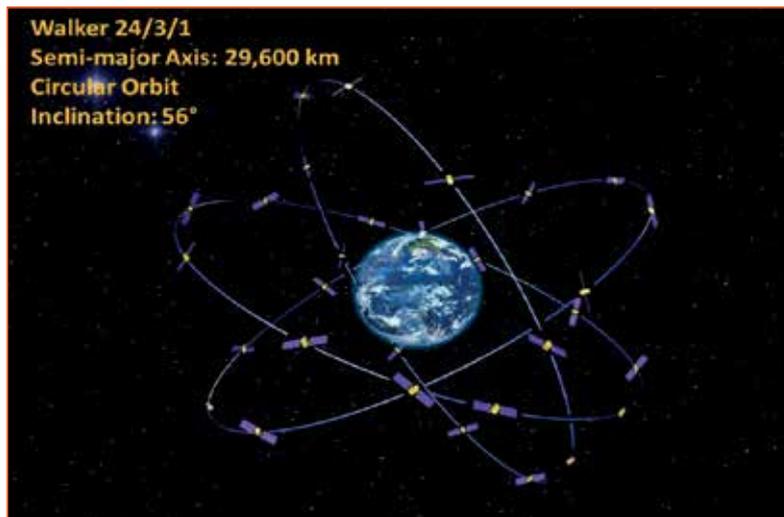


Fig. 4 – Distribuzione orbitale della costellazione Galileo

I satelliti orbitano intorno alla Terra ad un’altezza di circa 23 mila chilometri.

Dei diciotto satelliti attualmente in orbita, solo 12 saranno operativi ai fini degli “Initial Services”. Gli ultimi quattro satelliti, lanciati il 17 novembre 2016, sono al momento in fase di test ed accettazione in orbita, e si uniranno agli altri nella fornitura dei servizi ad aprile ed a giugno. Entro il 2017, pertanto, i satelliti operativi ai fini degli “Initial Services” diventeranno 16. Dati costantemente aggiornati sullo stato dei satel-

liti e sulle loro caratteristiche tecniche sono disponibili sul sito Web del “Galileo Service Centre (GSC)” in Madrid, l’interfaccia di Galileo (più propriamente della GSA) con il mondo degli utenti e dei servizi ed applicazioni downstream (<https://www.gsc-europa.eu>). Nel 2017 e nel 2018 si prevedono altri due lanci quadrupli con Ariane 5, che dovrebbero portare il numero totale di satelliti in servizio a 24.

Come già accennato, il segmento di terra del sistema Galileo è costituito da molti centri di controllo, da stazioni remote (di monitoraggio, di Up-Link, di TT&C) distribuite su tutta la superficie terrestre e da una complessa rete di linee di comunicazione, il tutto a formare una complessa infrastruttura di tipo ICT (“Information & Communication Technology”). I vari centri di controllo del sistema sono situati sul territorio europeo, come mostrato in figura.

Le ultime due acquisizioni, ancora in corso di completamento sono il “Galileo Reference Centre (GRC)”, situato in Olanda, che verificherà costantemente ed in modo indipen-

Passive Hydrogen Maser
The most stable and accurate
→ Loses no more than 0.5 ns in 12h, i.e. 1s over 3 million years

Rubidium
→ Loses 3s over 1 million years

Error in time	Error in distance
1 s	300 000 000 m
1 ms (0.001 s)	300 m
1 ns (0.000000001 s)	0.3 m

Fig. 3 - Passive Hydrogen Masers di Galileo



Fig. 5 - La sequenza dei lanci nelle fasi IOV e FOC.

dente dal resto del sistema la qualità delle prestazioni fornite, ed il “Galileo Integrated Logistic Centre (GILC)”, in Belgio, che avrà un ruolo chiave in tutti le attività di manutenzione e logistica, fondamentali per garantire continuità e disponibilità del sistema stesso.

Cosa sono gli “Initial Services”?

Come già anticipato, gli “Initial Services” si riferiscono solo ad alcune tipologie di servizio e con prestazioni limitate, compatibili con il numero ridotto di satelliti in orbita. Per i servizi dichiarati e per le loro prestazioni si garantiscono tuttavia qualità, disponibilità e continuità, in accordo a documenti ufficiali che, come vedremo, sono stati pubblicati e resi disponibili al mondo dei potenziali utenti.

Gli “Initial Services” costituiscono un impegno ufficiale, da parte della Commissione Europea, della GSA e dell’ESA, a gestire la complessa macchina tecnico-organizzativa del sistema Galileo in modo da garantirne la massima disponibilità e fruibilità da parte degli utenti. Il cambio di prospettiva è drastico e notevole: da una fase

precedente durante la quale l’attenzione era soprattutto rivolta alle tematiche tecnologiche, tecniche ed implementative, alla fase attuale, nella quale, pur permanendo gli obiettivi tecnici e programmatici precedenti, enfasi e priorità vengono date al servizio ed alla soddisfazione degli utenti. Ciò ovviamente comporta una sempre maggiore attenzione agli aspetti operativi, logistici ed organizzativi.

Nel dettaglio, gli “Initial Services” includeranno I seguenti servizi:

- Open Service
 - Aperto a tutti ed interoperabile con altri GNSS;
 - Accesso globale.
- Public Regulated Service
 - Accesso autorizzato e controllato dalle Autorità Governative degli Stati EU
 - Accesso globale.
- Search and Rescue
 - Aperto a tutti;
 - Globale, sotto il controllo dell’organizzazione internazionale Cospas-Sarsat;
 - Localizza i segnali inviati in caso di emergenza e comunica la richiesta di soccorso ai centri Search & Rescue.



Fig. 6 - Il termine e le sue relazioni, un diagramma.

Prestazioni e condizioni dei servizi offerti sono descritte in una serie di documenti ufficiali e pubblici emessi dalla Commissione Europea. In sintesi:

- - 0.8 metri di “ranging accuracy” media, al 95% di disponibilità;
- - 3/-8 metri di accuratezza media di localizzazione, rispettivamente orizzontale e verticale, al 95% di disponibilità e quando PDOP<6;
- - 9.5 nanosecondi di accuratezza nella disseminazione del tempo UTC, al 95% di disponibilità;
- - 7 nanosecondi di errore nella distribuzione dell’offset di tempo Galileo-GPS, al 95% di disponibilità;
- una probabilità di localizzazione di un messaggio di soccorso SAR entro 10 minuti dal suo invio superiore al 98%.

È evidente che gli “Initial Services” sono solo il primo, seppur molto promettente, passo verso la fornitura di servizi più completi e con prestazioni migliori.

Gli “Initial Services” dal punto di vista degli utenti

I benefici per gli utenti, europei e non, derivanti dalla dichiarazione degli “Initial Services” sono immediati e tangibili. Essi conseguono in buo-

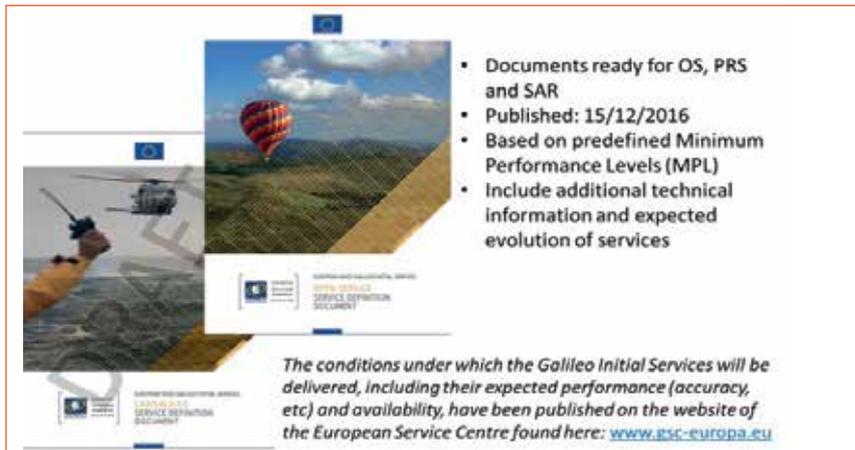


Fig. 8 – I documenti ufficiali per le prestazioni e condizioni dei servizi offerti sono pubblicamente disponibili

na parte dall’accreciuta fiducia dei fornitori di applicazioni e servizi GNSS downstream nei confronti di Galileo e soprattutto dei costruttori di circuiti integrati (i cosiddetti “chip-set manufacturers”) e di dispositivi (ad esempio gli smartphone); inoltre, gli “Initial Services” aprono la strada ad una serie di importanti servizi regolamentati a livello europeo.

In termini di adozione dello standard Galileo presso i costruttori di ricevitori GNSS, integrati e non, si è passati da soli 3 fornitori nel 2010 a ben 17 nel 2016, rappresentanti questi ultimi del 95% del mercato globale.

Nel luglio dello scorso anno, l’azienda spagnola BQ ha lanciato sul mercato il primo smartphone europeo “Galileo ready”, il modello BQ Aquaris X5 Plus, che integra un chip Qualcomm Snapdragon 652. A livello di servizi europei di larga utilità sociale regola-

mentati dalla UE, vale la pena ricordare eCall ed il Tachigrafo Digitale.

Entro il 2018, un ricevitore Galileo sarà disponibile in ogni nuovo modello di veicolo venduto in Europa e fornirà servizi di navigazione potenziati a una serie di dispositivi, consentendo l’uso del sistema di chiamata di emergenza eCall, completamente gratuito. In caso di incidente stradale, tramite eCall, verranno trasmesse al numero unico europeo di emergenza, il 112 (da poco adottato anche in Italia), le informazioni utili per i soccorsi.

Un altro servizio che interessa in particolare le imprese di autotrasporto è collegato al tachigrafo digitale. Una legge europea prevede infatti che dal 2019 i veicoli di nuova immatricolazione siano dotati di nuovi tachigrafi digitali in grado di ricevere i segnali del sistema di navigazione satellitare Galileo. Questo permetterà



Fig. 7 – Attivazione degli Initial Services nel 2017



Fig. 9 – La crescita dell’industria a seguito dei Services Galileo



Fig. 10 – Il primo smartphone europeo BQ Aquaris X5 Plus con chip Qualcomm Snapdragon

la registrazione in automatico della posizione del veicolo, con il controllo dei periodi di guida e di riposo, e consentirà anche alle forze di Polizia di interrogare da remoto l'apparecchio, per accertare la presenza di anomalie.

Conclusioni ed uno sguardo al futuro

La dichiarazione ufficiale degli "Initial Services" di Galileo nel dicembre scorso e la nuova fase di fornitura di servizi confermano, ad onta delle molte polemiche, la valenza strategica, economica, tecnologica e tecnica del programma Galileo. Attraverso questo programma, l'Europa si è fatta protagonista in un campo altamente strategico e tecnologicamente avanzato, promuovendo la crescita di nuove conoscenze tecniche e lo sviluppo di innu-

merevoli iniziative industriali e commerciali, tutte altamente innovative.

Le maggiori promesse per il futuro derivano da una caratteristica che rende Galileo peculiare rispetto agli altri GNSS: quella di poter fornire servizi di autenticazione della posizione e del tempo. Questa potenzialità è resa tanto più importante a seguito del crescente timore di possibile "spoofing", cioè falsificazione, dei segnali GNSS. L'autenticazione è la capacità del sistema di garantire agli utenti che essi stanno utilizzando segnali provenienti da satelliti Galileo e non da altre sorgenti, più o meno malevole. Al momento si stanno studiando due diversi livelli di autenticazione:

- uno, più semplice, basato sul segnale E1B dell'Open Service,



Fig. 12 – Il tachigrafo digitale collegabile a Galileo.

che potrebbe essere già disponibile nel 2018, con bassi costi di implementazione;

- l'altro basato sul segnale E6 del Commercial Service, basato su un sofisticato sistema crittografico, a partire dal 2020.

Recentemente la Commissione Europea ha adottato la "Galileo Commercial Service Implementing Decision", confermando che la prima generazione di Galileo fornirà agli utenti servizi di "High Accuracy and Authentication". Come è stato fatto notare, il "Commercial Service" è unico e peculiare, in quanto non fornito dagli altri GNSS; pertanto rappresenta una grande opportunità per Galileo di differenziarsi dagli altri sistemi e fornire agli utenti un prezioso valore aggiunto rispetto ai servizi standard già disponibili.



Fig. 11 – Il sistema e-Call che andrà in servizio su tutte le autovetture europee prodotte a partire dal 2018

ABSTRACT

With the Declaration of Initial Services, officially launched by the European Commission in Brussels on Thursday 15 December 2016, Galileo started to offering services to public authorities, businesses and citizens, free services of primary importance as the support to emergency operations, more accurate navigation for citizens, better time synchronisation for critical infrastructures and secure services for public authorities. The Declaration of Galileo Initial Services means that the Galileo satellites and ground infrastructure are now operationally ready. These signals will be highly accurate but not available all the time. In the coming years, new satellites will be launched to enlarge the Galileo constellation, which will gradually improve Galileo availability worldwide. The constellation is expected to be completed by 2020 when Galileo will reach full operational capacity.

PAROLE CHIAVE

GALILEO; GNSS; INITIAL SERVICES; eCALL;

AUTORE

MARCO LISI
MARCO.LISI@IEEE.ORG
EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA)