

Il sistema GPS



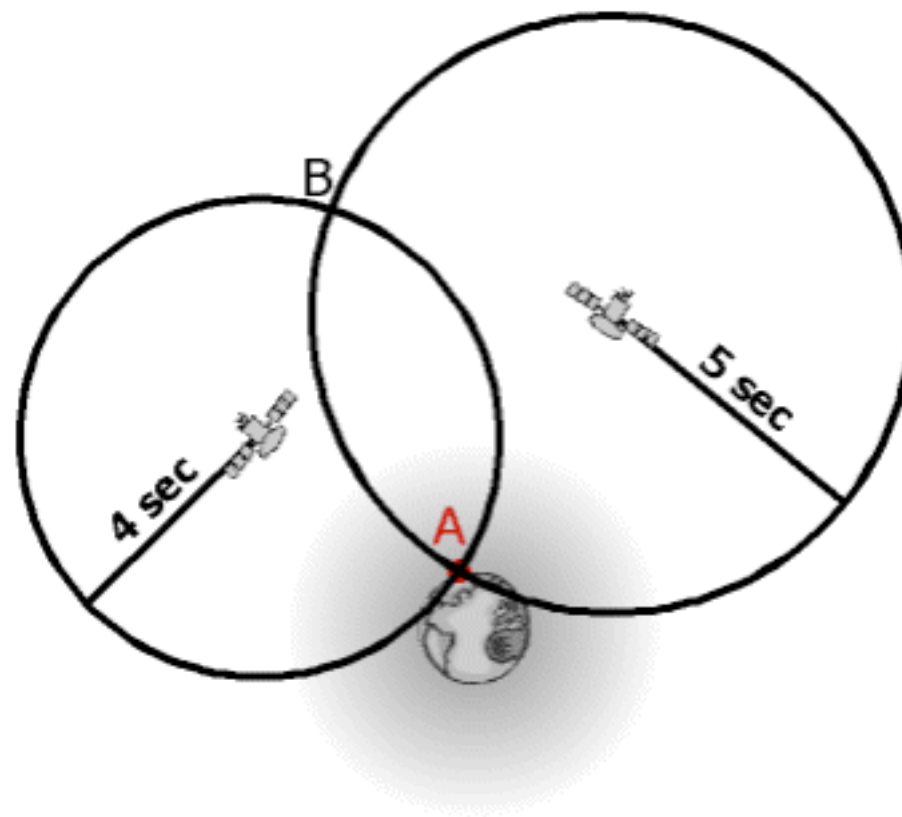
Più di 24 satelliti in orbita a 20200 km dalla superficie terrestre, che viaggiano a 3.9 km/sec e compiono un'orbita in 11 ore e 58 minuti

2d fix position

Ogni satellite trasmette un segnale con i seguenti dati:

“sono il satellite X, la mia posizione è Y e questa informazione è stata spedita all’ora Z”

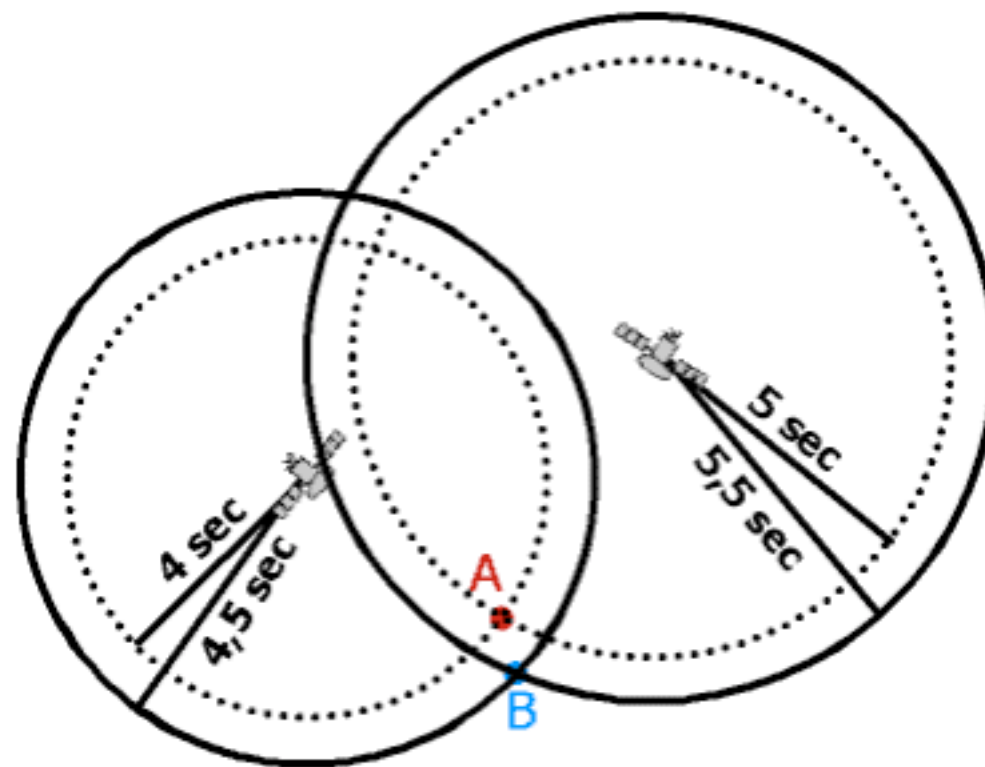
Inoltre, ogni satellite trasmette i dati di posizione degli altri satelliti (effemeridi e dati di almanacco)



Sul piano bidimensionale, 2 satelliti “sarebbero” sufficienti per determinare il punto A, posto che B non è sulla sfera terrestre.

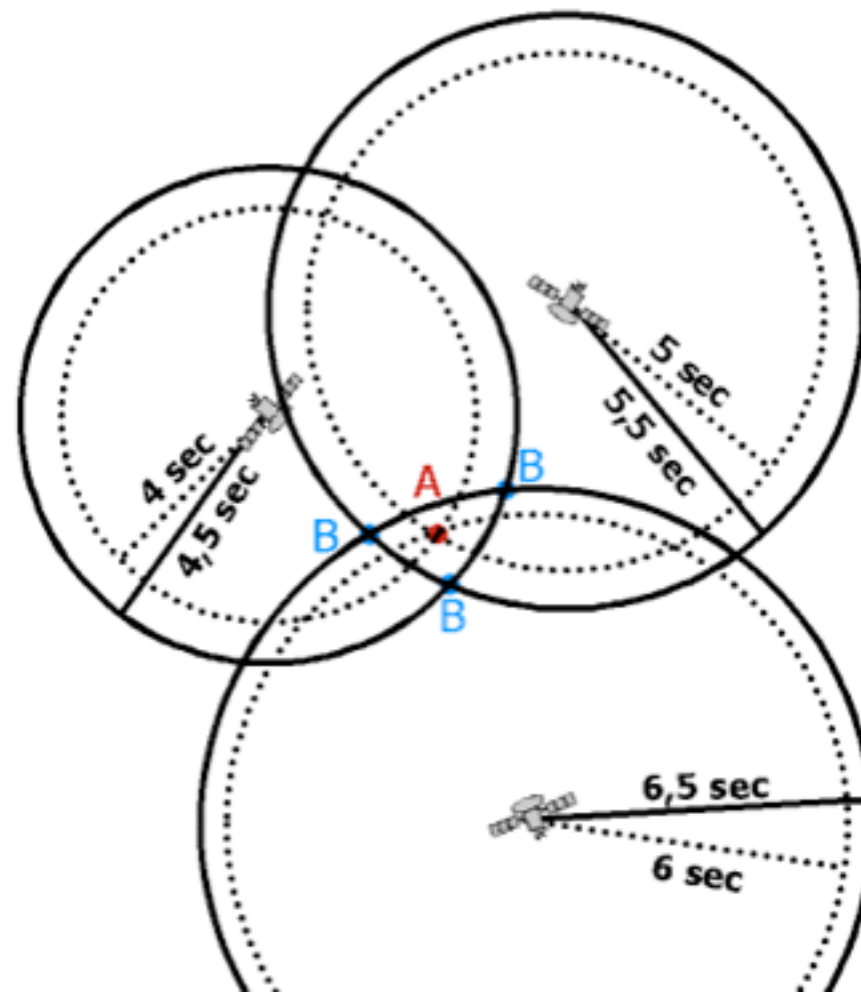
Orologi e sincronia

Ma gli orologi atomici con precisione di 30 miliardesimi di secondo sono montati sui satelliti e non sui ricevitori GPS. Un errore di 1/100 di secondo, alla velocità della luce comporterebbe un errore di posizionamento di 3000 km.



Sincronizzazione

Per determinare l'errore di sincronizzazione dell'orologio del ricevitore GPS con l'ora "atomica" dei satelliti, basta triangolare i dati di 3 satelliti. Se la sincronia è perfetta, le misure incrociano nel punto A, altrimenti incrociano a due a due nei 3 punti B. Ritardando o anticipando l'orologio del ricevitore, i 3 punti B "convergono" verso il punto di collimazione "oraria" A.



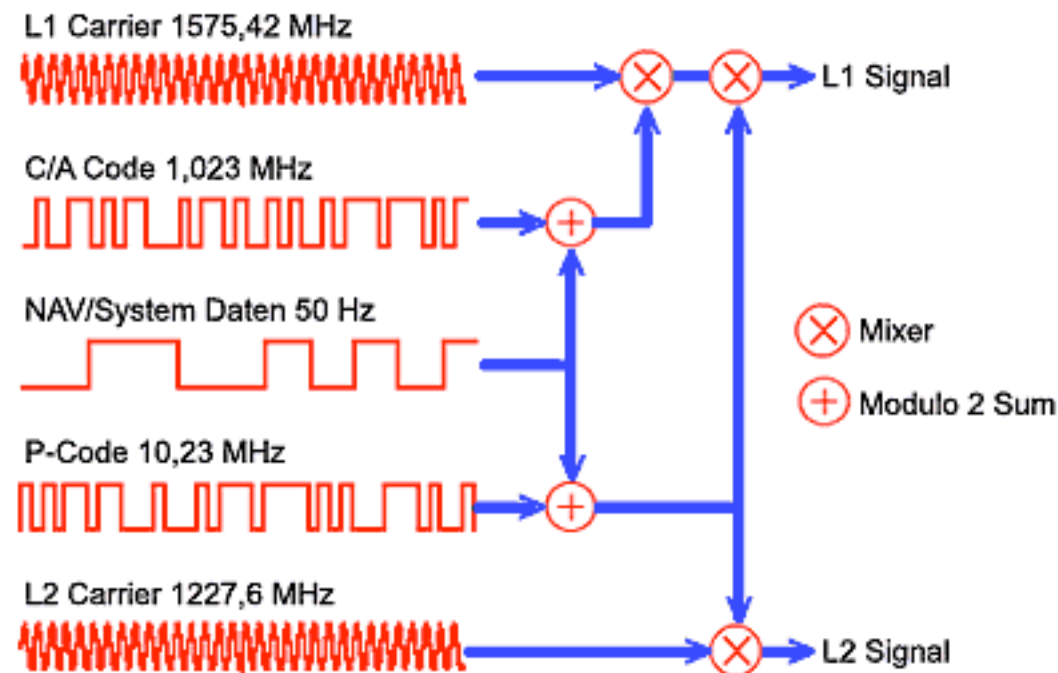
Nel mondo reale tridimensionale, ai 3 satelliti ne va aggiunto un 4° per determinare con precisione un punto sulle 3 dimensioni.

Il segnale trasmesso

Ogni satellite trasmette su due diverse frequenze (L1 e L2), due diversi tipi di segnali, il C/A Code e il P-Code.

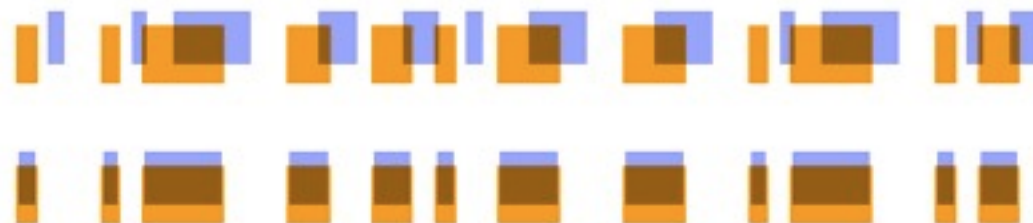
Il C/A Code è un codice pseudo random (PRN) di 1023 bit trasmesso ogni millisecondo, o ogni bit corrisponde all'incirca a 300 mt di distanza percorsa dalla luce.

Il P-Code o Precision Code è trasmesso su entrambe le frequenze, è molto più lungo come codice, è protetto e criptato, ed è leggibile solo da apparecchi speciali e autorizzati, di precisione o per uso militare.



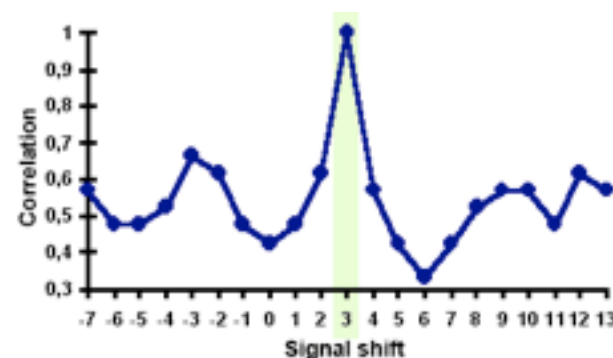
Il calcolo della distanza

La determinazione della distanza di un satellite vien fatta paragonando i due codici PRN, quello ricevuto dal satellite e quello che il ricevitore GPS si aspetta debba essere in quell'istante. Lo sfasamento tra i due codici determina la distanza di tempo (quindi spazio) intercorsa al segnale per arrivare al ricevitore dal satellite. Con una precisione nei ricevitori oggi che arriva a 3 mt.



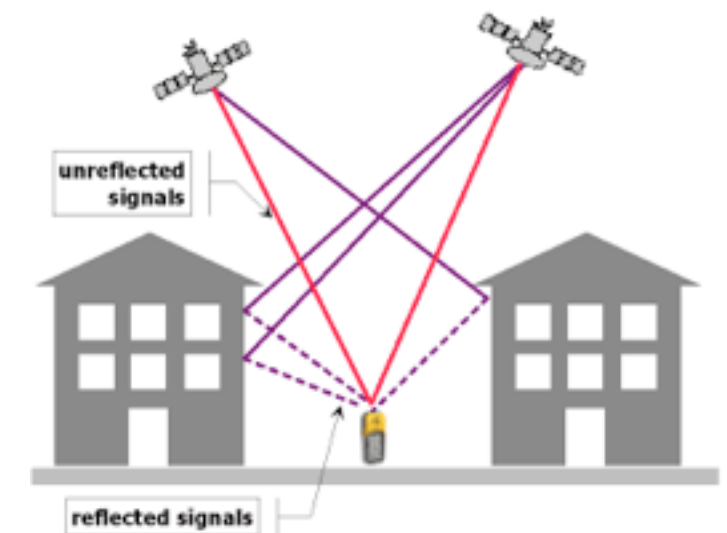
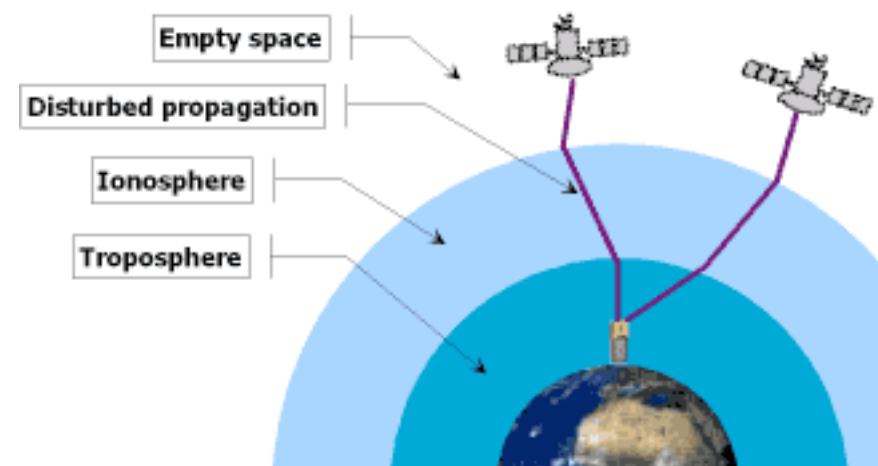
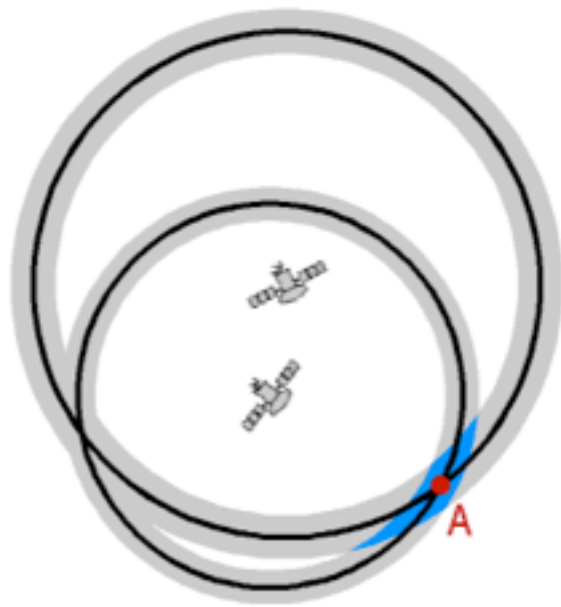
$$\begin{array}{r} 100010111100011001101001110001110001011110001011 \\ * 100010111100011001101001110001110001011110001011 \\ = 100010111100011001101001110001110001011110001011 \\ \Sigma = 25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100010111100011001101001110001110001011110001011 \\ * 100010111100011001101001110001110001011110001011 \\ = 100010111100011001101001110001110001011110001011 \\ \Sigma = 25 \end{array}$$

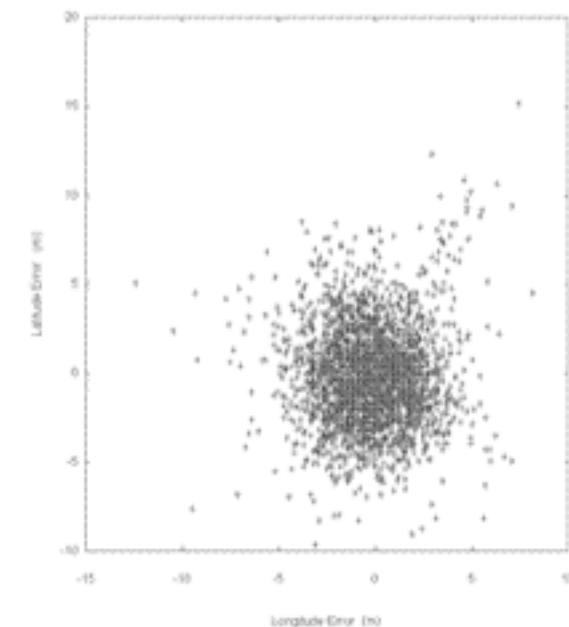


Gli errori del GPS

Posizione dei satelliti, ionosfera, orbite “perse”, riflessione dei segnali



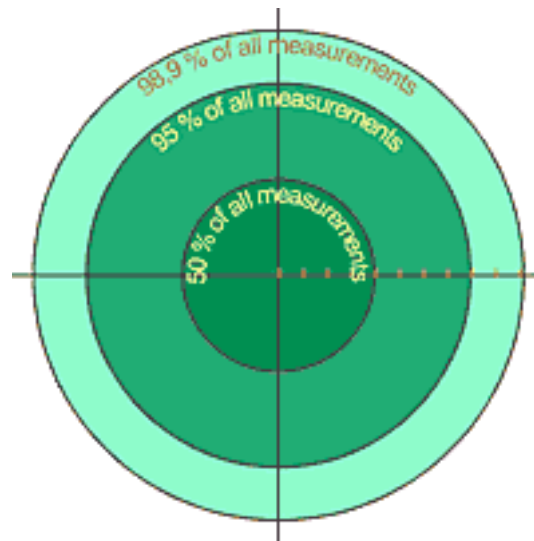
ORLA — May 3, 2000, Dual-Freq



Ionospheric effects	± 5 meters
Shifts in the satellite orbits	± 2.5 meter
Clock errors of the satellites' clocks	± 2 meter
Multipath effect	± 1 meter
Tropospheric effects	± 0.5 meter
Calculation- und rounding errors	± 1 meter

Accuratezza

GPS Differenziali (DGPS) che confrontano il segnale del satellite con quello di una stazione fissa a terra oppure sistemi WAAS (Wide Area Augmentation System) che da 25 stazioni a terra ritrasmettono al satellite il segnale di correzione differenziale, contribuiscono ad aumentare l'accuratezza della misura fino al centimetro.



Accuracy of GPS system with SA activated	± 100 Meter
Typical accuracy with SA deactivated	± 15 Meter
Typical accuracy of differential GPS (DGPS)	$\pm 3 - 5$ Meter
Typical accuracy with WAAS/EGNOS	$\pm 1 - 3$ Meter