

ISTITUTO TECNICO COMMERCIALE STATALE "G.P. CHIRONI"

IGEA – PROGRAMMATORI – AERONAUTICO – SIRIO

Tel.: 0784/30067 – 251117 Fax: 0784/32769

Via Toscana, 29 – 08100 – Nuoro

Cod. Fisc.: 80006290912 – Cod. Ist.: NUTD010005 – e-mail: nutd010005@istruzione.it

Compito di Navigazione Aerea

Prof. Zappalà Marco Gaetano

Quesito E

Nel sistema satellitare GPS il ricevitore misura per ciascun satellite una quantità definita pseudo-distanza. Il Candidato illustri il significato di detto parametro e il perché esso differisce dall'effettiva distanza satellite-ricevitore.

Svolgimento

Il Sistema di Posizionamento Globale, (in inglese: Global Positioning System, abbreviato GPS) (a sua volta abbreviazione di NAVSTAR GPS, acronimo di NAVigation Satellite Time And Ranging Global Positioning System), è un sistema di posizionamento e navigazione satellitare che fornisce posizione ed orario in ogni condizione meteorologica, ovunque sulla Terra, o nelle sue immediate vicinanze, ove vi sia un contatto privo di ostacoli con almeno quattro satelliti del sistema.

Il sistema GPS è gestito dal governo degli Stati Uniti d'America ed è liberamente accessibile da chiunque dotato di ricevitore GPS. Il suo grado attuale di accuratezza è dell'ordine dei metri, in dipendenza dalle condizioni meteorologiche, dalla disponibilità e dalla posizione dei satelliti rispetto al ricevitore, dalla qualità e dal tipo di ricevitore, dalla riflessione del segnale, dagli effetti della ionosfera, della troposfera e della relatività.

Un ricevitore GPS è in grado di fornire, istante per istante e per ciascuno dei satelliti selezionati, la differenza tra il tempo di arrivo e di partenza del segnale emesso dal satellite. Essendo nota la velocità di propagazione dell'onda, il prodotto di tale velocità per la differenza tra il tempo di arrivo meno il tempo di partenza del segnale ci determina l'esatta distanza tra satellite e ricevitore. In realtà, la distanza misurata dal ricevitore, non è quella esatta perché è affetta da tre errori principali (e per questo si chiama pseudo-distanza):

- L'errore dell'orologio del ricevitore rispetto al tempo GPS;
- L'errore dell'orologio del satellite rispetto al tempo GPS;
- L'errore di misurazione della distanza a causa dei ritardi atmosferici (troposfera, ionosfera).

Per quanto riguarda l'errore degli orologi a bordo dei satelliti rispetto al tempo GPS ci viene inviato nel messaggio NAV e quindi non è un'incognita, lo stesso si può dire degli errori

atmosferici dovuti al percorso non proprio rettilineo seguito dal segnale a causa della rifrazione atmosferica. Questi però sono ridotti da modelli all'interno dei ricevitori rappresentanti i tipici valori di ritardo nelle varie zone della terra. I ricevitori militari basano la rilevazione dei ritardi atmosferici sull'analisi della portante L2 per avere un minor grado di incertezza.

Invece per quanto riguarda l'errore dell'orologio del ricevitore non si può fare molto ed è proprio per questo che sono necessari quattro satelliti per la corretta rilevazione della posizione. Infatti, la misura delle pseudo-distanze da un satellite ci indica la nostra posizione su di una sfera; l'intersezione di tre sfere indicherebbe la nostra posizione con l'incertezza di due punti, dei quali però uno è da scartare perché o si trova all'interno della terra oppure nello spazio che si muove ad elevatissima velocità; sarebbero necessari quindi solo tre satelliti.

L'equazione seguente mostra la relazione tra la pseudo-distanza (cioè la distanza misurata dal ricevitore, $x_s - x_r$) e la vera distanza d tra ricevitore e satellite, nella quale si tiene conto degli errori sopracitati.

$$d = (x_s - x_r) + (\delta t_s - \delta t_r) \cdot c + R_{atm}$$

Come si può vedere oltre alle incognite x, y, z risolte da tre satelliti, rimane incognito δt_r , che verrà calcolato in base all'osservazione di un quarto satellite che correggerà la posizione individuata dai tre satelliti precedenti.