

Dentro al ricevitore GPS

Se il GPS, come sistema, deve le sue origini a tecnologie sviluppate negli anni '60 e perfezionate nella decade successiva, il ricevitore GPS è in verità un figlio dell'era attuale dell'elettronica ad alta integrazione, e figura alla pari con altre realizzazioni, quali il telefono cellulare, la telecamera portatile ed il sub-notebook, entrate negli ultimi anni nella realtà quotidiana. Grazie agli sviluppi della microelettronica, esistono oggi ricevitori GPS di dimensioni ridottissime ed è di quest'anno la futura integrazione di ricevitori GPS interni ai telefoni cellulari per l'abilitazione di nuovi servizi basati sulla nozione della posizione dell'utente.

Nonostante le sue dimensioni siano in continua diminuzione, il funzionamento del ricevitore GPS rimane sostanzialmente lo stesso poiché strettamente legato al segnale GPS emesso dai satelliti. Una prima classificazione dei ricevitori GPS può effettuarsi sulle loro caratteristiche di precisione. Abbiamo dunque ricevitori per uso generale con precisione intorno ai 100 metri, ricevitori per navigazione di precisione con precisione intorno ai 5 metri (conseguita mediante correzione differenziale), ricevitori per uso topografico con precisioni fino anche al centimetro (basati su tecniche di misura della fase). Le prime due categorie possono ormai considerarsi fuse in una sola poiché quasi tutti i ricevitori GPS convenzionali offrono ora la possibilità di fornire loro, quale opzione, informazioni di correzione differenziale (espresse tipicamente nel formato RTCM).

La struttura di un ricevitore GPS convenzionale è basata sullo schema funzionale riportato in figura 1. Il segnale GPS, viene ricevuto in banda L da un'antenna di dimensioni anche estremamente ridotte. Il segnale GPS è un segnale distribuito su un'ampia sottobanda al punto tale che la potenza che giunge al ricevitore è talmente "diluita" che il segnale stesso è praticamente inconfondibile dal rumore sottostante. Poiché però il "rumore" generato da un satellite GPS ha caratteristiche note (dipendenti dal codice C/A che tra le sue funzioni ha quella di identificare un satellite tra gli altri) è possibile estrarre, mediante un dispositivo denominato Correlatore, dal rumore ricevuto solo l'apporto dovuto al segnale GPS; si elimina così la distribuzione in banda e si riporta il segnale desiderato in una banda più stretta e con un rapporto segnale/rumore decisamente più utile alle successive elaborazioni. L'operazione di correlazione avviene dopo una prima preamplificazione ed una conversione della banda GPS ad una di frequenza inferiore, più facile da gestire.

Dal funzionamento del correlatore è possibile estrarre la preziosa misura di 'pseudo-range', alla base del metodo di posizionamento, ed il sincronismo temporale generato dal satellite. Dal segnale GPS rigenerato a banda stretta è possibile invece estrarre i dati costituenti il messaggio di navigazione. Le informazioni di pseudo-distanza e temporizzazione e quelle del messaggio di navigazione vengono passate ad un elaboratore interno al ricevitore GPS, il quale gestisce il funzionamento dei vari dispositivi e calcola la posizione dell'utente applicando degli algoritmi standard, ancora una volta legati alle caratteristiche del segnale GPS. Un ricevitore di questo tipo si dice mono-canale. Sarà compito del circuito di elaborazione comandare la generazione di un codice C/A corrispondente a quello di un altro satellite per poter calcolare la distanza da altri veicoli spaziali (SV).

Le moderne tecniche di elaborazione numerica dei segnali permettono di realizzare molte delle funzioni di un ricevitore GPS (viste nel paragrafo precedente) come moduli software applicati ai dati ottenuti "campionando" il segnale GPS ancora distribuito in banda (e cioè sottoponendo quest'ultimo ad un procedimento analogo a quello che trasforma la musica in informazioni digitali da memorizzare su un CD audio). I "campioni" continuamente estratti dal rumore vengono passati ad un elaboratore DSP il quale eseguirà su di essi tutte le funzioni necessarie alla correlazione, all'estrazione delle informazioni di distanza e di temporizzazione e alla decodifica del messaggio di navigazione. Questi componenti sono così potenti da poter trattare anche più codici

C/A contemporaneamente al punto tale da permettere la realizzazione di ricevitori GPS cosiddetti "multi-satellite".

Un ricevitore a più canali, per esempio 8, può trarre vantaggio da queste prestazioni per accelerare la ricerca dei satelliti visibili dopo una accensione a freddo (dopo parecchio tempo di non utilizzo). Durante la fase di "tracking", quando cioè il minimo numero di satelliti necessari al calcolo della posizione è stato conseguito, il ricevitore userà gli altri canali per mantenere la correlazione con altri satelliti in vista (nel caso che qualcuno di quelli utilizzati per fare il punto debba essere oscurato da ostacoli) o per acquisire satelliti che stanno per sorgere in modo da poter fornire continuamente i dati richiesti.

Come tutti i ricevitori anche quello per GPS dipende dalla qualità dell'antenna utilizzata. Alle frequenze del GPS, circa 1500 MHz, non servono antenne molto grandi, ma piuttosto una buona copertura di tutto il cielo e la minimizzazione delle perdite di segnale che peggiorerebbero le caratteristiche di ricezione. Molte antenne destinate all'utilizzo a qualche metro di distanza dal ricevitore sono provviste di apposito pre-amplificatore per poter ovviare alle successive perdite introdotte dal cavo. In applicazioni di precisione le caratteristiche dell'antenna si complicano poiché si tenta di ridurre al minimo gli effetti delle riflessioni del segnale GPS da parte di ostacoli; tali riflessioni infatti, dando luogo al fenomeno del 'multipath', possono peggiorare la precisione nella rilevazione del punto.

Per quanto riguarda l'elaborazione delle varie informazioni estratte con la ricezione del segnale GPS, si può solo accennare al fatto che i livelli di integrazione raggiunti permettono oggi di rendere disponibili ricevitori in grado non solo di calcolare la posizione dell'utente, ma anche di effettuare calcoli di conversione tra diversi riferimenti geodetici, di offrire funzionalità di navigazione anche di tipo sofisticato e, addirittura, di mostrare una mappa mobile con le principali caratteristiche disponibili nell'intorno della posizione dell'utente. Inoltre, tutti i ricevitori GPS offrono ormai un'uscita seriale che permette il loro collegamento ad un computer e l'elaborazione di dati di posizione per le applicazioni più svariate. In definitiva il ricevitore GPS è oggi talmente versatile e talmente miniaturizzato che può essere considerato in molti casi non solo un apparecchio portatile di uso comune, ma addirittura un componente di sistemi più complessi. Moduli ricevitori GPS per applicazioni in altri sistemi hanno raggiunto dimensioni inferiori a quelle di una carta di credito con costi decisamente appetibili per gran parte delle applicazioni.

Con questa puntata termina il primo Tutorial GPS.

Nel corso del suo svolgimento abbiamo cercato di dare una panoramica se non precisa almeno completa della tecnologia GPS, un settore interdisciplinare nel quale afferiscono l'elettronica, la geodesia, le scienze spaziali e le tecniche di comunicazione. Nella sua complessità il GPS offre agli utenti informazioni di immediata comprensione ed utilizzo, ma non senza alcune limitazioni delle quali bisogna tenere conto.

Speriamo che quanto esposto in queste pagine possa essere di stimolo alla fantasia dei futuri utenti GPS e consenta loro di applicare questa tecnologia conscia dei suoi limiti che delle sue innumerevoli virtù.

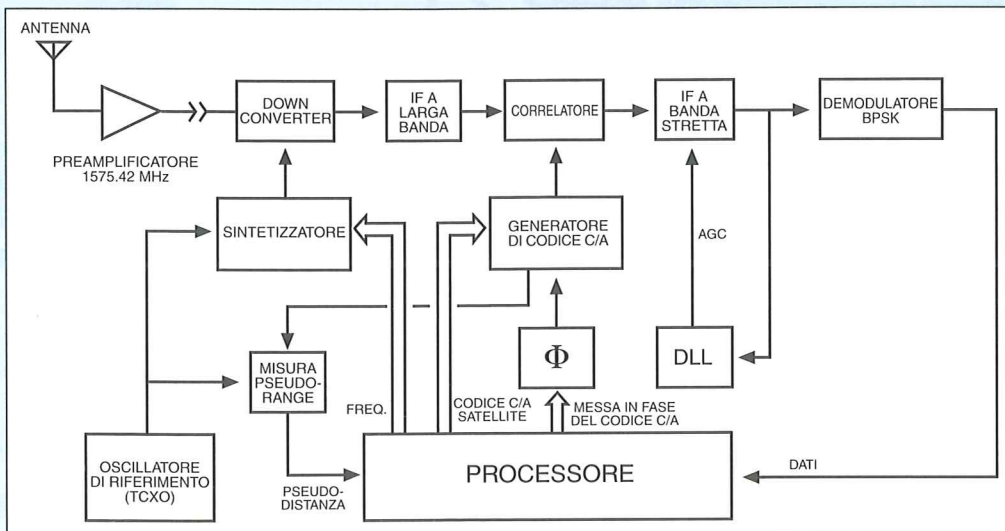
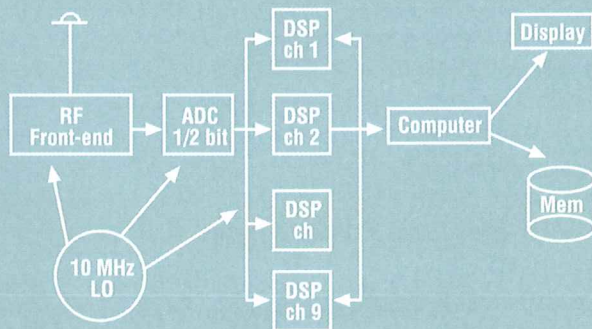


Figura 1: Schema funzionale della struttura di un GPS.

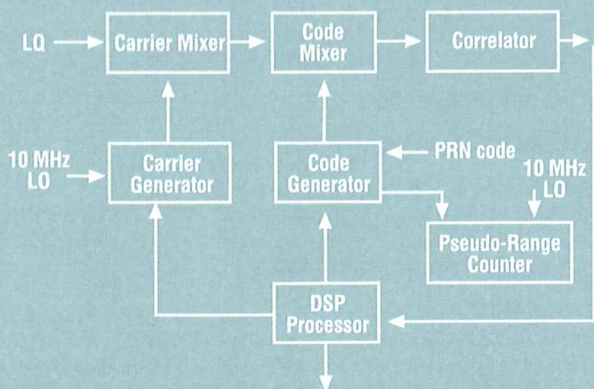
Tipi di ricevitori GPS commerciali

- Navigazione - basso costo
- Navigazione di precisione - Differenziale sul codice
- Navigazione - basso costo

Schema a blocchi di un ricevitore



Digital Signal Processing



Tipologie delle antenne GPS

- Navigazione
 - semplici
 - solo L1
- Topografiche
 - solo L1 o L1 + L2
 - centro di fase ben caratterizzato
- Geodetiche
 - Massima stabilità del centro di fase in funzione della frequenza e della direzione d'arrivo del segnale GPS
 - Massima immunità al multipath