

nuove tecnologie per la sicurezza

ALESSANDRO VACCA

il progetto ERSAT

L'Italia è il primo Paese in Europa ad aver avviato il processo di certificazione delle tecnologie satellitari per utilizzarle nel sistema ERTMS di protezione del traffico ferroviario.





Pochi mesi prima di essere attrezzata per le prove del sistema ERSAT, ALn 668.3114 in linea, insieme alla 3241 presso Villamassargia (SU) il 30 aprile 2014 (foto M. Marcellino). La localizzazione satellitare potrebbe essere la soluzione all'esigenza di ammodernare i sistemi di sicurezza sulle linee secondarie con costi contenuti.

La tecnologia satellitare è da anni nel nostro quotidiano, forse più di quanto ci rendiamo conto. È alla base di moltissime applicazioni e non richiede apparecchiature ingombranti né consumi di energia insostenibili. Si tratta in sintesi della possibilità di stabilire la posizione di un oggetto situato sul nostro pianeta tramite misurazione della distanza rispetto ad alcune sorgenti di segnale la cui posizione è nota e stabile. Se appendessimo una pallina nella nostra stanza potremmo verificare che la sua distanza rispetto a tre punti (indifferentemente sul pavimento, su una parete o sul soffitto) è unica per quella posizione e basta spostare la pallina di pochi millimetri per ottenere che una o più misure cambino.

I satelliti fanno esattamente questo: permettono a un oggetto in grado di captarne il segnale di stabilire la propria posizione nelle tre dimensioni (latitudine, longitudine e altezza sul livello del mare) grazie alla conversione della potenza del segnale in distanza rispetto a quanti più satelliti vengono captati; questi ruotano intorno alla terra seguendo orbite proprie ma rendendo nota la propria posizione.

Le difficoltà rispetto alla pallina sospesa nella stanza sono facilmente intuibili: il sistema deve tenere conto della curvatura terrestre nonché degli ostacoli che possono incontrare i segnali (grado di nuvolosità, presenza di edifici eccetera); anche la qualità dell'antenna utilizzata a terra per captare il segnale influisce sulla precisione del risultato, che può arrivare a un'accuratezza di qualche metro o meno.

L'origine della costellazione satellitare statunitense *Global Positioning System* (GPS), affiancata nel tempo dalla russa Glonass, è militare (per far arrivare bombardieri e missili balistici sul bersaglio con la maggior precisione possibile) e successivamente ne è stato consentito l'uso civile, pur se inizialmente con alcune complicazioni date dalla periodica introduzione di un fattore di errore per diminuire la precisione nel calcolo della posizione allo scopo di non favorirne l'utilizzo da parte di applicazioni "nemiche".

L'utilizzo della localizzazione satellitare è cresciuto esponenzialmente negli ultimi venti anni e questo ha indotto l'Agenzia Spaziale Europea a promuovere nel 2006 la creazione di una propria costellazione di satelliti da mettere al servizio degli utilizzatori civili, in modo



Antenna emettitrice di una delle due stazioni fisse di riferimento, che permettono di correggere le eventuali imprecisioni del sistema satellitare (foto RFI, 13 novembre 2014).

da assicurarsi indipendenza tecnologica: con i primi lanci di satelliti già nel 2010 è iniziato il funzionamento della rete Galileo, che prevede di porre in orbita entro il 2021 trenta satelliti (oggi ne risultano collocati i primi ventisei). Questo sistema offre l'accuratezza di circa un metro, che può essere ulteriormente migliorata avvalendosi di correzioni fornite da reti terrestri che ne aumentano le prestazioni (reti di *augmentation*); vediamo ora l'importanza di tale precisione per comprendere gli sviluppi in ambito ferroviario.

Satelliti e treni: il ruolo dell'ERTMS

Il sistema di regolazione della marcia dei treni noto come *European Rail Traffic Management System* (ERTMS) ha come elemento comune alle varie versioni la presenza lungo i binari di boe fisse trasmettenti (*Eurobalise*) che rendono possibile determinare la posizione dei treni e stabilire con essi un flusso discontinuo di informazioni al fine di regolarne la marcia assicurando il corretto distanziamento e il rispetto dei vincoli dell'infrastruttura. Lo stesso principio lo ritroviamo nella declinazione tutta italiana nota come SCMT, dove la differenza più importante è data dalla presenza dei segnali fissi, oltre al fatto che il sistema coesiste con altri per la gestione del distanziamento. Ciò ha una motivazione precisa: con SCMT è possibile convertire progressivamente l'infrastruttura esistente elevandone gli standard di sicurezza e funzionamento senza dover smontare quanto già presente e permettendo ai treni di continuare a viaggiarvi durante il processo di adeguamento, cosa che non sarebbe

possibile, se non in maniera "chirurgica" (vedi la Milano-Chiasso o la Direttissima Roma-Firenze) passando direttamente e massivamente a un sistema ERTMS. Ma il futuro, per ovvi motivi di unificazione europea ai fini dell'interoperabilità, è fondato su quest'ultimo, che oltre a non rendere necessari i segnali fissi a terra e a semplificare l'interazione fra i treni e il sistema di regolazione della marcia, consente vari livelli di prestazione fino al livello 2 dove il distanziamento è regolato dal Blocco Radio (BRA) che costituisce quasi il massimo della flessibilità; sebbene la distanza fra i treni sia ancora stabilita sulla base dell'occupazione di segmenti di linea "virtuali" con il conseguente dispendio di spazio (è come se il treno fosse lungo quanto la sezione stessa), il sistema non è rallentato dai tempi elettromeccanici di liberazione delle tratte e azionamento dei segnali, permette una marcia più fluida dei treni ed eventuali riconfigurazioni dettate da esigenze varie sono agevolmente possibili.

ERSAT, ovvero ERTMS Satellitare

Tuttavia la necessità di installare le boe lungo la linea costituisce un ostacolo economico alla massiva diffusione di questo sistema, lasciando irrisolto il nodo della gestione delle linee a scarso traffico che restano esposte allo spettro della chiusura quando non si trovano appositi equilibri economici (o giustificati disequilibri...). Qui entrano in gioco le reti satellitari di geolocalizzazione, che rendono possibile sostituire le boe lungo i binari con punti geolocalizzati; le boe diventano dunque "virtuali" in quanto anche senza una specifica apparecchia-

tura a terra il sistema rileva il passaggio del treno in corrispondenza dei punti stabiliti, la cui quantità e distribuzione può essere variata secondo le caratteristiche della linea e del traffico previsto, migliorando le prestazioni del sistema ERTMS senza aggravio di costi.

Il sistema ERSAT può essere quindi visto come un ERTMS più economico ma implementabile in tutti i suoi livelli in quanto la rete satellitare può anche supportare il blocco radio. Quest'ultimo nell'attuale versione del sistema in uso sulle linee ad alta velocità è affidato alla rete GSM-R e ai suoi ripetitori installati lungo la linea, che garantiscono quel continuo flusso di informazioni tra il sistema di gestione del traffico e i treni che confluisce sul cruscotto di macchina per impartire al macchinista le istruzioni per la condotta. Il sistema satellitare utilizzato in questo caso è per le telecomunicazioni per lo scambio di informazioni in parallelo alla rete GSM pubblica e può essere utilizzato al posto del GSM-R, contribuendo così a un'ulteriore riduzione dei costi e del consumo di elettricità, con benefici sulle emissioni di CO₂. Le informazioni possono dunque viaggiare indifferente-mente sul canale satellitare o su quello GSM secondo disponibilità e prevedendo interventi locali di potenziamento del segnale dove necessario, per esempio nelle gallerie, dove il segnale satellitare non può arrivare. Ma che cosa succede in caso di perdita del segnale e quindi di impossibilità a "marcare" la boa virtuale stabilita? È il caso tipico del navigatore satellitare del nostro *smartphone* che va in crisi nell'attraversamento di gallerie più o meno lunghe, a differenza di quello dell'automobile: ciò accade in quanto quest'ultimo può contare sull'odometro dell'auto, che fornendogli la progressione della distanza consente al *software* di "immaginare" dove si trova anche mentre la copertura satellitare è assente partendo dall'ultimo segnale captato. Nel caso della ferrovia si ricorre all'utilizzo di apposite stazioni fisse di riferimento, di cui è nota e certificata la posizione, che possono essere già presenti sul territorio oppure essere aumentate per specifiche necessità. Queste stazioni incrementano l'accuratezza del segnale satellitare



Complesso delle antenne per la ricezione dei segnali satellitari appena installate sul tetto dell'automotrice ALn 668.3114 (foto RFI, 21 novembre 2014).

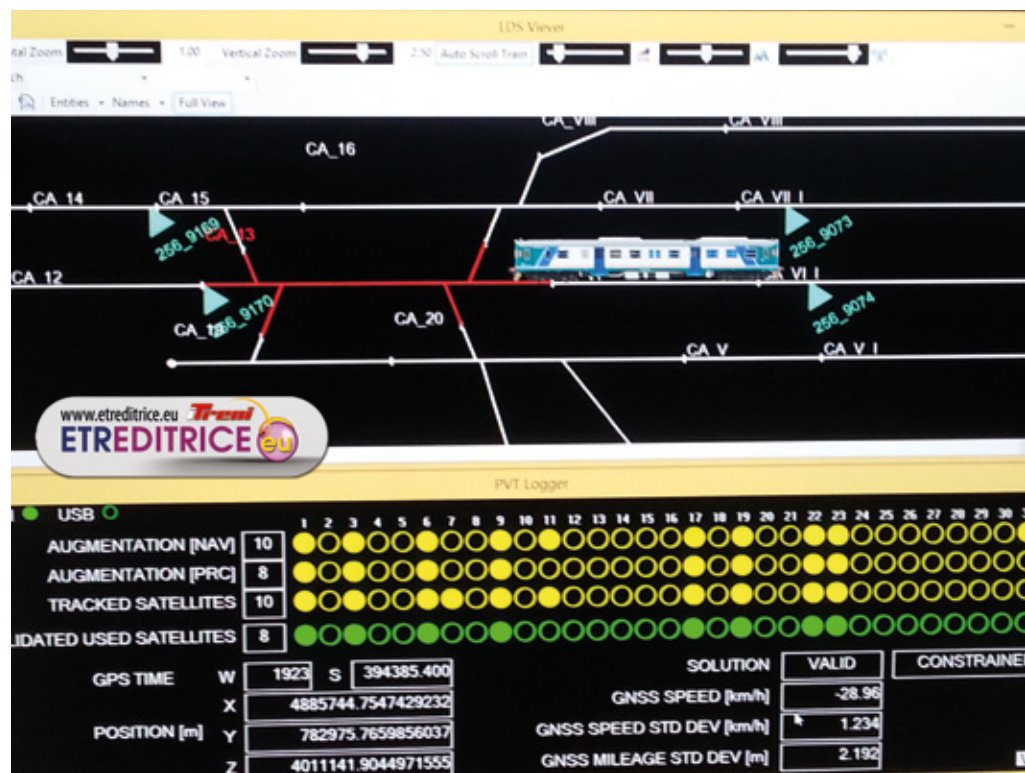
e sofferiscono ai piccoli errori di posizione che possono subire i satelliti, consentendo un aumento della copertura terrestre. Ovviamente la diffusione di ERSAT dovrà confrontarsi con le specifiche caratteristiche delle linee più difficili sotto il profilo orografico per gestire correttamente la posizione del treno.

Dalla Sardegna al Piemonte

La validazione del sistema ERSAT è avvenuta allestendo con questo sistema la tratta Cagliari–San Gavino, attualmente esercita con CTC e SSC. Sono state allestite due stazioni fisse di riferimento a Samassi e Decimomannu, con le quali effettuare le correzioni di cui sopra, mentre nel centro di controllo presso la stazione di Cagliari è stato concentrato il sistema vero e proprio, ovvero il *Radio Block Centre* (RBC) e il *Track Augmentation Local Server* (TALS) per interfacciare la rete di localizzazione satellitare con il RBC in modalità integrata. Il TALS dialoga con le stazioni fisse di riferimento tramite una rete dati di RFI già esistente lungo la linea, allo scopo di trasferire le informazioni di correzione dalla periferia verso il posto centrale, e dialoga con il treno tramite la rete pubblica 3G per impartire le autorizzazioni al movimento.

Per il regolatore della circolazione è stato allestito un terminale operatore con quadro luminoso del tutto simile a quelli utilizzati per gli altri sistemi di regolazione del traffico. Ovviamente si tratta di installazioni che operano “in ombra” rispetto al sistema di regolazione già esistente e non hanno alcuna autorità nella gestione del traffico. Ciò che era da verificare (e che è stato verificato) era che il nuovo sistema fornisse dati coincidenti con quello tradizionale.

Il rotabile scelto per funzionare con questo sistema è l’ALn 668.3114 regolarmente in servizio, che è stata equipaggiata con un’unità di bordo denominata *LDS OnBoardUnit* per la determinazione dei valori di posizione, velocità e tempo basati sui segnali GPS e Galileo captati a bordo (sono state utilizzate entrambe le costellazioni per ulteriore precisione e per raffronto tra le loro prestazioni) nonché per l’acquisizione delle correzioni inviate dal sistema di terra e delle informazioni statiche della linea precaricate nel database di bordo (che per il navigatore satellitare è l’equivalente della mappa cartografica). Tale unità di bordo integra queste informazioni con



Porzione del quadro sinottico di controllo allestito presso la stazione di Cagliari: essendovi un unico rotabile attrezzato che percorre la tratta, si è scelto di rappresentarlo con una immagine grafica anziché con il numero di missione non essendovi il rischio di confonderlo con altri treni e volendo dare massimo risalto alla sua presenza lungo la linea per meglio raffrontarla con il sistema di controllo del traffico effettivamente in uso. Lungo la linea sono visibili le boe virtuali, di colore ciano e contrassegnate da un triangolo e un numero, composto dalle cifre 256, che sono riservate a quelle italiane, e da un numero progressivo univoco. Nella parte inferiore sono valorizzate le prestazioni delle risorse a supporto del sistema: i satelliti effettivamente utilizzati per la triangolazione sono quelli con il pallino verde, la cui validità ai fini del calcolo è confermata dalle reti di augmentation, cioè l’insieme di risorse terrestri e di telecomunicazione che confermano la posizione (foto RFI, 17 novembre 2016).

l’architettura ERTMS pure installata sul rotabile, realizzando in questo modo tutte le funzionalità di protezione della marcia previste da questo sistema, captando le boe virtuali “generate” dal sistema al passaggio in punti specifici della linea. Anche in questo caso l’installazione è avvenuta “in ombra”, pertanto non interfacciata con i sistemi di frenatura, i sensori odometrici e i comandi in cabina.

Il sistema è stato validato dopo una percorrenza di 10 000 km, durante i quali sono state generate circa 22 000 boe virtuali; una dimostrazione del sistema per la stampa e i rappresentanti di RFI e delle industrie e agenzie europee coinvolte è stata organizzata il 24 febbraio 2017.

È tutto pronto quindi per permettere la messa in servizio del sistema, per la quale è stata scelta la tratta Novara–Rho, il cui attrezzaggio con ACCM e ERTMS Livello 2 ha avuto inizio nel 2019 e che si prevede sia completamente attrezzata con ERSAT entro il 2022. Ciò consentirà di avere il sistema pienamente funzionante con il Livello 2, aprendo la strada per introdurre successivamente il Livello 3, quindi con il cosiddetto “blocco dinamico” che offre il

massimo livello di flessibilità, con sezioni di blocco virtuali, la cui lunghezza varia di volta in volta in funzione della velocità e dello spazio d’arresto del treno rispetto all’occupazione della linea che impegnerà e alla distanza dagli obiettivi. Questa tratta di 35 km con velocità massima di 180 km/h costituirà un valido banco di prova per via dell’intensità e varietà di traffico che la interessa, costituito da treni regionali e a lunga percorrenza di varie società (Trenitalia, Trenord, SNCF) e da treni merci di una moltitudine di operatori (a oggi Captrain, Mercitalia, SBB Cargo, DB Cargo, InRail). La scelta della Novara–Rho, che è parte del corridoio ERTMS Mediterraneo, appare coerente in quanto ERSAT è un sistema rivolto a tutte le infrastrutture ferroviarie europee, che ben sposa il concetto di interoperabilità così come lo è stato per ERTMS. La linea Novara–Rho sarà la prima applicazione in servizio commerciale, a disposizione di tutte le imprese ferroviarie che hanno aderito al progetto, che faciliterà l’interoperabilità del progetto a livello europeo, che pertanto è destinato ad affermarsi con decisione negli anni trenta di questo secolo. □