

Parte prima

Caratteristiche e vantaggi dei titoli elettronici

di Gianni Becattini > g.becattini@aep-italia.it

■ *I principi di funzionamento delle smart card, dei biglietti con banda magnetica e i servizi innovativi che si possono implementare.*

Inizia in questo numero un viaggio all'interno del futuro del Trasporto Pubblico Locale: i titoli di viaggio elettronici; illustriamo di seguito gli innumerevoli servizi che possono essere implementati grazie all'utilizzo di smart card e carte magnetiche, come l'utilizzo di carte a valore e la tecnica del check-in/check-out. Oltre a fornire alcuni concetti di base analizzeremo in particolare in questo numero le caratteristiche delle carte magnetiche e delle carte a microprocessore, fornendo degli esempi di servizi implementabili grazie all'utilizzo dei titoli di viaggio elettronici. Nel prossimo numero invece approfondiremo meglio le funzioni del microprocessore delle smart card e gli standard generali di riferimento, ponendo particolare attenzione sui moduli SAM, quei moduli, cioè, che custodiscono le chiavi di criptazione dei dati contenuti nelle smart card.



In Italia il metodo ancora più usato per il pagamento dei servizi di mobilità urbana ed extraurbani rimane quello del classico biglietto cartaceo da obliterare in vettura.

Questo sistema presenta vari inconvenienti:

- è poco pratico per l'utenza, poiché non sempre i punti di rivendita sono accessibili nel momento della necessità dell'acquisto;
- la distribuzione dei titoli di viaggio è problematica per l'elevato numero di biglietti diversi necessari o, in alternativa, per dover dotare le rivendite di macchine emittitrici da banco;
- non consente una flessibile politica tariffaria;
- non permette di "conoscere" facilmente l'utente né le sue abitudini;
- rende difficoltosa la condivisione del servizio su tratte comuni ad opera di diverse compagnie di trasporto e limita accordi che favorirebbero la fruibilità del servizio;

• è facilmente duplicabile in maniera abusiva, in seguito anche alla diffusione di scanner e di stampanti a colori di elevata qualità.

Titoli di Viaggio Elettronici

Per i motivi sopra indicati è oggi orientamento comune il ricorrere a Titoli Di Viaggio Elettronici (TDVE), che, oltre a non presentare gli inconvenienti sopra accennati, offrono molti vantaggi. L'epiteto "elettronici" non implica tanto una caratteristica intrinseca del titolo stesso quanto la possibilità di processare il medesimo attraverso apparati elettronici. I TDVE più comuni sono i seguenti:

• **le smart card** (ossia "carte intelligenti"), dette anche carte chip in quanto hanno un circuito integrato ("chip") a bordo o, ancora, carte a microprocessore;

• i biglietti con banda magnetica.

Nei paragrafi successivi esamineremo queste due soluzioni.

A seguito della introduzione dei TDVE anche gli apparati di convalida si sono evoluti ed hanno modificato il proprio nome. Oggi si parla di solito di

- **obliteratrici** – vecchi terminali per titoli di viaggio tradizionali;
- **validatrici** – nuovi terminali intelligenti per smart card e biglietti con banda magnetica; anche se in pratica i due termini sono spesso usati indifferentemente.

L'utilizzo della smart card presuppone la predisposizione di un sistema articolato che interessa tanto l'azienda quanto la rete di distribuzione e le stesse vetture adibite al servizio.

Il contratto di trasporto

Il contratto di trasporto trova la sua definizione all'interno del codice civile all'art. 1678, in base al quale "il vettore si obbliga, verso corrispettivo, a trasferire persone o cose da un luogo ad un altro" e, nel frattempo, a custodirle. Il trasporto di persone si caratterizza per l'esistenza di un obbligo a carico del vettore che è quello di trasferire la persona ("passeggero") da un luogo ad un altro che per parte sua è vincolato alla effettuazione di un pagamento in denaro in cambio del servizio ricevuto.

Nel caso di un Sistema di Bigliettazione Elettronica, i contratti di servizio sono le definizioni delle modalità di accesso al servizio stesso. Ad esempio la "carta valore per abbonati" oppure la "carta valore ordinaria".

Tariffazione flessibile

L'introduzione dei Sistemi di Bigliettazione Elettronica permette di creare sistemi tariffari basati su logiche impossibili da implementare con la bigliettazione tradizionale. Si possono stabilire delle specifiche funzionali legate a nuove politiche di marketing o a pool tra più compagnie. Ad esempio, è possibile variare dinamicamente nella giornata le tariffe per incentivare l'uso del mezzo pubblico negli orari in cui gli autobus viaggiano con un modesto numero di passeggeri a bordo. Questo implica:

• che il passeggero abbia stipulato un opportuno contratto di trasporto, ossia, nel caso specifico, che sia munito di una carta a

valore; la carta a valore, per sua natura deve essere di un tipo che risulti leggibile e riscrivibile a bordo;

- che i terminali a bordo siano in grado di leggere e scrivere le carte stesse e che conoscano l'ora del giorno e le tariffe da applicare in conseguenza;
- che sia previsto un qualche mezzo di trasmissione dati per informare i terminali a bordo di eventuali cambiamenti tariffari.

Estendendo l'esempio, potrebbe risultare auspicabile che una condizione di particolare favore dovesse essere aggiunta per i giorni festivi, magari in orari differenti.

Nel caso reale sono previsti normalmente vari contratti, diverse logiche tariffarie e/o la partecipazione di più operatori; diventa quindi indispensabile adeguare il funzionamento del Sistema di Bigliettazione Elettronica ad una grande quantità di parametri. Ciò può essere ottenuto in due maniere diverse:

- scrivendo opportuni programmi applicativi per gli apparati componenti il SBE;
- utilizzando programmi applicativi parametrizzati che possano recepire le configurazioni funzionali prestabilite dalla Compagnia.

Si realizza così un sistema il cui comportamento è molto flessibile e plasmabile in funzione delle necessità. Questa flessibilità consente di introdurre logiche operative nuove, come ad esempio quella detta "check-in/check-out", di cui si parlerà in seguito, impensabili con i modelli di bigliettazione tradizionale; altre ancora potranno essere introdotte in futuro sulla base delle esperienze fatte e della fantasia degli operatori.

I profili

In parallelo alla definizione dei contratti di trasporto e delle tariffe, è possibile anche tenere conto delle esigenze di particolari categorie di utenti, ancora una volta processabili con relativa facilità, malgrado la possibile complessità, grazie al Sistema di Bigliettazione Elettronica. I profili degli utenti possono essere quanto mai variegati e molteplici. E' ipotizzabile, ad esempio, che un singolo soggetto sia al tempo stesso studente, beneficiando quindi di alcune riduzioni orarie, e socio della squadra sportiva locale, con diritto di viaggiare gratuitamente in occasione di manifestazioni sportive. Sarà compito del SBE applicare correttamente le varie facilitazioni nelle varie circostanze.

Uno stesso TDVE può contenere una molteplicità di contratti di trasporto e di profili utente e gestire correttamente, quando e come opportuno, le possibili relative combinazioni.

Questa straordinaria flessibilità lascia pensare che sia possibile eliminare o ridurre significativamente l'impiego dei biglietti di corsa singola, potendo essere offerto a ciascun viaggiatore un prodotto tariffario personalizzato estremamente conveniente.

Qualche esempio

Si riporta qualche spunto sull'impiego di TDVE:

- sconti dinamici (ora del giorno, quantità, incentivazioni complesse ecc.);

- sovrapprezzi dinamici (servizi speciali, festivi, ore di punta ecc.);
- abbonamenti (settimanali, mensili, trimestrali, annuali ecc.), anche con tratta preferenziale;
- carnet multicorsa;
- carnet del turista;
- carte a valore - la carta contiene un valore, simile a denaro, che il cliente può spendere in varie maniere a bordo del bus, ad esempio per acquistare un biglietto singolo o rinnovare un abbonamento. La carta può essere ricaricata presso biglietterie, rivendite o macchine automatiche;
- origine/destinazione - il bus è dotato di opportuni sistemi per l'individuazione della fermata di salita. L'utente seleziona attraverso la tastiera della validatrice la località/zona di destinazione o la distanza, quando diversa dalla destinazione preferenziale prestabilita e registrata nella carta.
- check-in/check-out - L'utente deve convalidare sia all'entrata che all'uscita. Si paga esattamente in proporzione al servizio di cui fruisce ("pay per use"). Fornisce indicazioni molto precise sul flusso dei passeggeri.

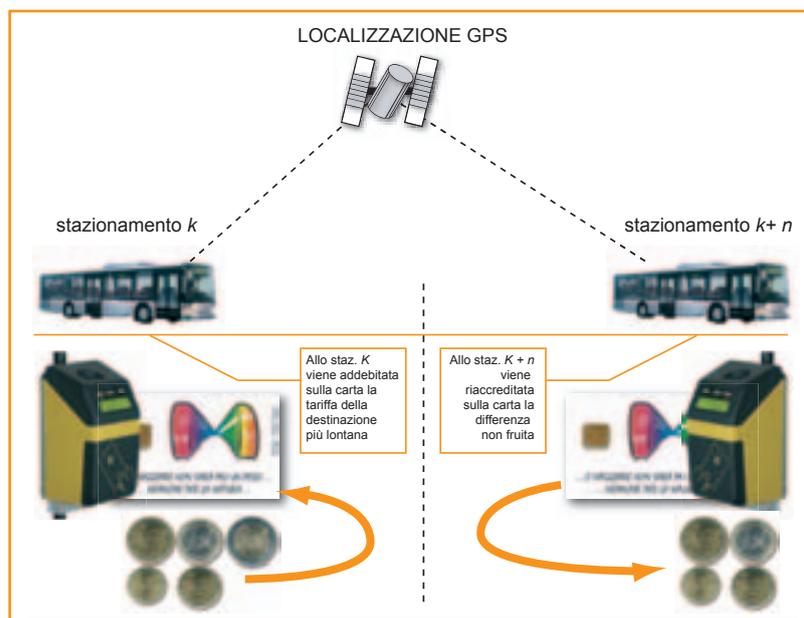
Biglietti con banda magnetica

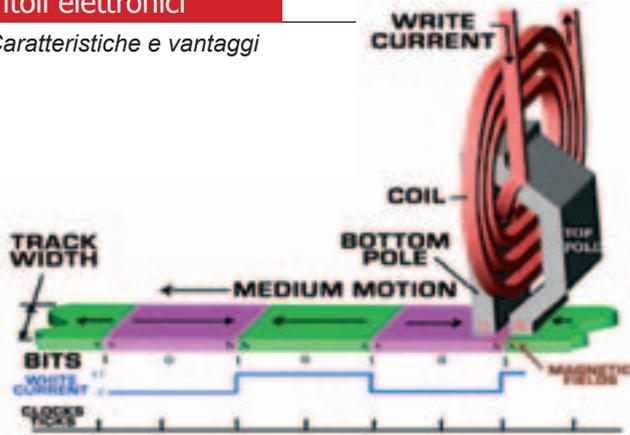
I Titoli Di Viaggio Magnetici sono ancora largamente usati e presentano una serie di vantaggi non trascurabili.

Il loro principio di funzionamento è molto semplice. Su uno dei due lati viene applicata una "banda" magnetica, ossia qualcosa di molto simile ad un pezzetto di nastro magnetico, su cui è possibile registrare dati e rileggerli, in modo concettualmente molto simile a quello della registrazione audio.

Essi sono realizzati, nella maggior parte dei casi, in accordo allo standard ENV-753, con banda magnetica laterale o centrale. Questa ultima consente, per evidenti motivi di simmetria, l'introduzione del biglietto in due versi anche con una sola testina magnetica.

I loro vantaggi principali sono costituiti dal fatto che,





ad un costo molto basso (0,01÷0,02 €), offrono la possibilità di essere letti e scritti e quindi di implementare contratti di trasporto complessi. Possono inoltre essere tracciati e quindi permettono di raccogliere una grande quantità di informazioni sul loro utilizzo.

Allo stato attuale, nessuna smart card offre la possibilità di realizzare biglietti di corsa singola o carnet multicorsa ad un costo così basso come quello del biglietto magnetico.

I biglietti magnetici vengono di solito stampigliati in fase di validazione e la verifica può avvenire a vista; non sono richiesti apparati speciali per il personale di controllo.

Le limitazioni sono:

- **il numero di informazioni registrabili** - circa 25 byte contro le centinaia o le migliaia delle smart card;
- **il maggiore costo dei terminali** - per la maggiore complessità meccanica, tanto in fase di acquisto che di manutenzione.

La sicurezza, con l'adozione della banda magnetica, di una grafica adeguata e con il controllo a vista da parte degli ispettori, raggiunge livelli accettabili nella maggiore parte delle situazioni.

Smart card

Le smart card rappresentano un'evoluzione dei biglietti con banda magnetica. In ciascuna di esse è racchiuso un circuito elettronico integrato ("chip") che può comunicare con gli appositi terminali tramite un connettore o, in alternativa alla connessione elettrica, tramite onde radio, come sarà meglio descritto nel seguito.

Nella memoria del chip possono essere registrate numerose informazioni, come i dati anagrafici e personali del proprietario, importi di credito, validità, agevolazioni, abbonamenti ecc.

Vantaggi

Le smart card offrono molti vantaggi rispetto al biglietto magnetico, tra cui:

- **maggiore sicurezza** - le smart card offrono una sicurezza elevata, essendo intrinsecamente dotate di meccanismi di crittografia e di protezione; si prestano quindi ottimamente a conservare crediti di denaro o di trasporto. La falsificazione di una smart card, in particolare dei tipi più evoluti, o la sua ricarica abusiva risultano fuori della portata della maggior parte dei potenziali operatori criminali, oltre a richiedere mezzi tali da risultare non conveniente nel contesto del Trasporto Pubblico Locale;
- **maggiore capacità di contenere dati**; si parla di 500/16.000 byte contro i 25 di un biglietto magnetico e quindi possibilità di creare sistemi tariffari più articolati o di adibire la carta stessa anche ad altri servizi;
- **minor costo degli apparati di convalida** dovuto al fatto che gli apparati stessi non devono essere dotati di parti meccaniche come motori, cinghie, pulegge, cuscinetti ecc. Di conseguenza, anche la

manutenzione risulta meno onerosa.

- **maggior durata**, nel caso di carte con supporto in plastica.

Classificazione

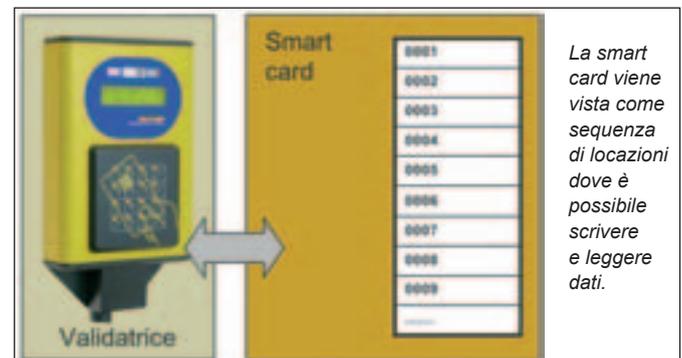
Le smart card attualmente in uso sono principalmente dei seguenti tipi:

- **a memoria;**
- **a microprocessore.**

Le prime sono più semplici ed hanno costi contenuti (1+2 €); le seconde offrono una sicurezza superiore grazie alla presenza di un vero e proprio sistema di elaborazione all'interno del chip, a costi più elevati (3+8 €). *Per la precisione, il titolo di "smart" non spetterebbe alle carte a memoria ma solo a quelle dotate di una qualche forma di intelligenza. L'uso corrente ha però decretato l'impiego del termine smart card nel senso più generale.*

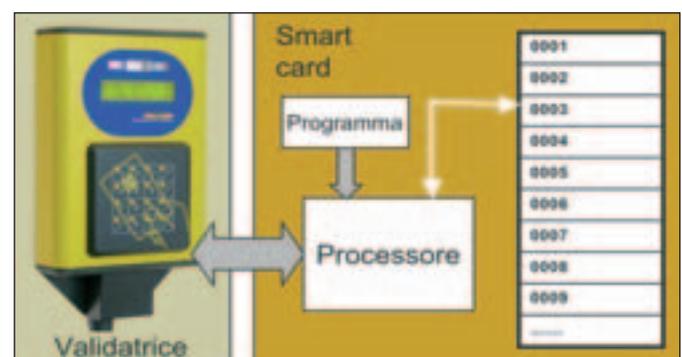
Smart card a memoria

Nelle smart card a memoria è possibile la semplice scrittura e lettura di informazioni. Non sempre dotate di avanzati meccanismi di sicurezza hanno capacità che vanno da pochi byte a qualche migliaio di byte. Sono spesso relegate al semplice controllo accessi, anche se non mancano applicazioni di particolari tipi nel Trasporto Pubblico Locale.



Smart card a microprocessore

L'introduzione del microprocessore rende possibile non solo la scrittura e la lettura delle informazioni ma anche ma anche il loro processo. Ad esempio è possibile eseguire operazioni di crittografia anche a bordo della carta. Da questo consegue un livello di sicurezza molto elevato. Si fabbricano modelli di carta a microprocessore anche con memoria molto estesa (32K o più). Le smart card a microprocessore sono molto usate nel Trasporto Pubblico Locale.



Classificazione per interfaccia

Essendo le smart card passive, ossia non disponendo al proprio interno di una sorgente di alimentazione, per il loro interfacciamento al terminale (di emissione o di validazione) è necessario:

- **fornire alla carta una tensione per l'alimentazione elettrica;**
- **prevedere la possibilità di inviare dati alla carta;**
- **prevedere la possibilità di ricevere dati dalla carta.**

A questo fine si prevedono oggi due strade:

• **l'uso di contatti** – un opportuno connettore collega la carta ai circuiti interni del terminale.

• **l'uso di radio frequenza** – attraverso l'impiego di un campo elettromagnetico prodotto dal terminale che alimenta la carta e, per mezzo di una opportuna modulazione, trasferisce ad essa e da essa informazioni. Nel primo caso si parla di carte a contatto ("contact"), nel secondo di carte senza contatto ("contactless") o a prossimità ("proximity"). L'impiego avviene semplicemente avvicinando la carta al terminale.

E' interessante notare che la differenza tra carte contact e contactless è solo tecnologica. Essa si limita al modo di accoppiare la carta al terminale. La prima classificazione esaminata (memoria/microprocessore) invece ha un carattere logico, e quindi, assai più profondo.

Non sussistono quindi diversità concettuali tra carte a contatto o senza contatto; esse possono, in linea di principio, essere assolutamente identiche. L'unica differenza è nel modo di utilizzo, che richiede l'introduzione in una fessura nel primo caso e la semplice "presentazione" nel secondo.

Le carte contact

Le carte contact, anche se in misura minore, sono spesso utilizzate nel trasporto pubblico in quanto affiancano vari benefici all'inconveniente di una transazione (non molto) più lunga dovuta al tempo di inserimento ed espulsione della carta. Vogliamo ricordare:

• la carta contact non presenta limitazioni



di complessità elettronica, e quindi di prestazioni, in quanto alimentata direttamente dal terminale;

• i terminali per carte contact permettono all'utente di "prendere possesso" del terminale; questo è particolarmente utile ove sia prevista la possibilità che l'utente debba interagire col terminale stesso, per

selezionare tariffe e/o richiedere altre operazioni, come il rinnovo dell'abbonamento. In questa circostanza, il poter "parcheggiare" offre una migliore utilizzabilità rispetto al sistema contactless.

• le carte bancarie, e presto anche le carte di credito ed il Bancomat, la Carta Nazionale dei Servizi e la Carta di Identità Elettronica sono dotate di chip ed hanno interfaccia a contatto. La prospettiva di impiego di queste carte richiede necessariamente una interfaccia a contatto.

• Le carte contactless

Le smart card contactless furono introdotte per la prima volta all'inizio degli anni 90; il loro impiego si sta velocemente diffondendo soprattutto nel mercato del trasporto di massa e del controllo degli accessi, anche per la loro estrema semplicità di impiego.

Come sarà meglio esaminato in seguito, in-



tervengono però fattori tecnologici a limitare le prestazioni delle carte contactless. Ben si comprende, infatti, come il modesto trasferimento di energia dell'interfacciamento con onde radio possa diventare un fattore limitante alle caratteristiche funzionali della carta stessa, anche in conseguenza della brevità del gesto dell'utilizzatore che non consente di prevedere un tempo superiore a circa 1/3 di secondo per la transazione. Nel caso del contatto, invece, la carta può impiegare tutta l'energia che serve così come non sussistono limiti di tempo, se non imposti dalla pratica utilizzabilità.

Tipi complessi

Oltre ai tipi base sopra elencati esistono carte che combinano le due tecnologie contact/contactless, dette di tipo "dual interface", o "combi", in grado di comunicare con i terminali sia in modalità senza contatto che a contatto.

Queste carte possono essere costruite in due maniere:

• semplicemente riunendo due carte in

una, ossia applicando un chip che opera in modo contact ed uno che opera in modo contactless nella stessa tessera; questa tecnica costruttiva è però in abbandono.

• creando un chip munito di doppia interfaccia (contact/contactless). In questo ultimo caso, verrà utilizzata la modalità "senza contatto" per le transazioni di validazione a bordo autobus in modo da favorire un rapido incarozzamento, mentre per le transazioni di ricarica, di controllo e/o di tipo finanziario sarà utilizzata la modalità "a contatto", che garantisce una maggiore sicurezza. Le carte a doppia interfaccia hanno necessariamente costi più alti ma la loro diffusione crescente ne sta provocando la riduzione. Possono essere usate con i tradizionali lettori a contatto già installati in banche, nei POS ed in progetti di fidelizzazione della clientela avendo in più tutti i vantaggi tipici delle contactless. Risultano quindi adatte ai trasporti, al controllo degli accessi ed in genere laddove sono richieste la facilità d'uso e la velocità della transazione. Le carte combi sono applicate anche per i sistemi di pagamento bancari o per alcuni tipi di transazioni via Internet.

Il supporto fisico

Con l'aumentare della diffusione delle smart card, i costruttori hanno esplorato nuove strade al fine di realizzare dei tipi di carta a costo estremamente ridotto, utilizzando un supporto fisico cartaceo anziché di plastica rigida. Questi nuovi TDV hanno preso il nome di usa-e-getta ("disposable", in inglese) anche se, ancora, il loro costo non è poi così trascurabile (0,2+0,5€). Per diluirne il costo, queste carte sono usate perlopiù per creare dei carnet multicorsa; in certi casi, vengono anche ricaricate e quindi usate più volte. Quest'ultima soluzione non risulta troppo raccomandabile, in quanto questo tipo di TDVE, per motivi di costo, presenta degli schemi di sicurezza semplificati che possono garantire contro le frodi solo attraverso un meccanismo di alterazione elettronica irreversibile di alcuni bit ("bruciatura"). L'uso di questa soluzione tecnica garantisce la sicurezza ma rende i biglietti non ricaricabili alla fine del carnet; viceversa scelte che consentano la ricarica non forniscono garanzia contro la ricarica abusiva.

Interrompiamo per ora l'analisi del "mondo" dei titoli di viaggio elettronici e rimandiamo la continuazione al prossimo numero, augurandoci, come sempre, di avervi interessato ed incuriosito.

Le immagini pubblicate sono una rielaborazione di quelle gentilmente concesse da AEP Italia.