

INFORMATICA.

RFId, Identificazione a Radio Frequenza: le potenzialità di uno strumento di innovazione

DA UNA TECNOLOGIA MILITARE INNUMEREVOLI APPLICAZIONI IN SETTORI DIVERSI

L'RFId è spesso descritto come l'insieme delle tecnologie in grado di consentire l'identificazione univoca e a distanza di oggetti di qualunque natura, attraverso specifici sistemi che utilizzano le onde radio. Il sistema infatti è composto essenzialmente da un ricetrasmittitore (*transmitter + responder = transponder* o TAG RFId) che, interrogato via radio, risponde e identifica univocamente l'oggetto su cui è posto. Basato sui sistemi sviluppati durante la seconda guerra mondiale, ha subito nel tempo numerose evoluzioni, le ultime delle quali legate principalmente ai livelli di miniaturizzazione dei sistemi che ne hanno permesso la grande diffusione attuale, cominciata negli anni '90.

In funzione della destinazione d'uso principale, i sistemi RFId risultano essere utilizzati per:

- **Identificazione di oggetti**, automaticamente ed in modo univoco. Questa funzione rappresenta una naturale estensione di tutti i sistemi tradizionali di codifica e identificazione, tra cui il codice a barre.
- **Identificazione di persone**, per consentire un accesso a un'area o un pagamento di prodotti o servizi. Spesso i sistemi sono maggiormente riconosciuti per via della dizione anglosassone di un componente: la *contactless card*.
- **Misura di grandezze fisiche**. I TAG impiegabili sono in grado di collegarsi con un sensore, che può essere anche integrato nel TAG stesso, per acquisire una misura associata a una grandezza fenomenologica e di memorizzare i dati rilevati. Sono sistemi ideali nella catena del freddo dei prodotti di largo consumo, alimentari e farmaceutici.
- **Localizzazione della posizione fisica di un oggetto o di una persona**. La prima accezione prevede il rilevamento del passaggio di un oggetto con TAG attraverso un varco, per esempio il caricamento di un pallet su di un veicolo o l'uscita di un bene (documento, notebook, dipinto etc) da un'area circoscritta (locale, edificio, etc). La seconda accezione è molto più complessa e implica la conoscenza continua della posizione di un TAG nel tempo e nello spazio con una adeguata precisione.

Vediamo ora quali sono le principali caratteristiche comuni che contraddistinguono queste tecnologie, facendo un parallelo con il sistema attualmente utilizzato per identificare gli oggetti, ossia il codice a barre.

- **Univocità di identificazione:** ogni singolo TAG è dotato di un codice matricolare univoco a livello mondiale, immutabile, generato in fabbrica dal produttore. Un codice a barre, invece, indica una famiglia di prodotti senza avere la capacità di distinguere ciascun elemento della famiglia dagli altri.

- **Sicurezza di accesso:** le informazioni e le transazioni possono essere protette mediante sistemi di crittografia. Nel codice a barre l'informazione è in chiaro e non è criptabile.

- **Alta immunità alle condizioni ambientali:** il livello di illuminazione, la presenza di polveri o sporcizia non influenzano la lettura e peraltro non è necessario

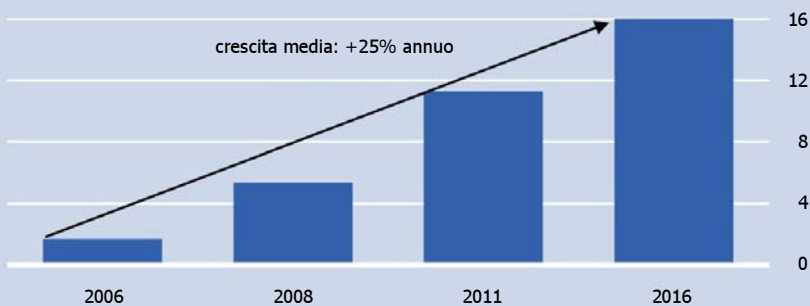
L'AUTORE.

L'ingegnere **Roberto Müller** svolge attività di progettazione di soluzioni in ambito ICT (Information & Communication Technologies) presso la Faticoni S.p.A. di Cagliari.

telefono 329.1831581

e-mail roberto.muller@faticoni.it

Figura 1. Ricavi globali nel settore RFID, in miliardi di euro



fonte: DB Research, 2009

che gli oggetti (TAG e lettore) siano a vista. Il codice a barre, invece, necessita di una lettura a vista, pertanto l'alterazione visiva del codice non consente una lettura corretta.

- **Letture in parallelo:** è possibile leggere in una unità di tempo un numero elevato di TAG dislocati in una certa area. Per esempio è possibile individuare contemporaneamente tutti i differenti colli di un pallet, se su ogni collo è posto un TAG. I codici a barre, per loro natura, possono essere letti uno per volta.

- **Comunicazione radio, a frequenze diverse,** con distanze e velocità di trasferimento molto diverse tra loro. Questo permette di scegliere le tecnologie più adeguate a seconda del tipo di utilizzo. Il codice a barre è sempre il medesimo e non consente varianti.

- **Possibilità di registrare informazioni** sulla memoria del TAG, sia temporaneamente, in attesa della lettura da parte di un lettore (*reader*), sia per realizzare una base di dati decentralizzata in quanto distribuita sui TAG. Nel codice a barre non è possibile inserire ulteriori informazioni.

Per i dati sul mercato RFID si fa generalmente riferimento agli studi pubblicati da agenzie specializzate a livello mondiale, quali la IDTechEx (www.IDTechEx.com), dalla quale riprendiamo la tabella 1.

Dalla Deutsche Bank Research, nell'articolo "RFID chips – Enabling the efficient Exchange of information" del 6 febbraio 2009, risulta che la crescita del mercato mondiale negli anni 2006-2016 avrà un incremento medio del 25%, portandosi ad un valore globale di 16 miliardi di euro (figura 1). Durante questa crescita si manterranno sostanzialmente invariate le proporzioni tra le principali voci del mercato: il 41% sarà detenuto dai TAG, il 34% sarà rappresentato dal software, il 25% dai lettori (*readers*).

Tabella 1. L'installazione di TAG nel mondo

applicazioni	milioni di TAG installati		
	nel 2007	nel 2008	dalle origini a oggi
vendita al minuto - abbigliamento	95	200	
vendita al minuto - pallet/contenitori	225	325	1043
vendita al minuto - beni di consumo	7	10	
medicines e articoli medicali	30	38	105
posta	1	2	67
libri	60	85	328
componenti per industria manifatturiera	40	55	206
smart cards/sistemi di pagamento	630	559	1400
passaporti / documenti elettronici	45	65	
smart tickets	250	325	270
bagaglio aereo	45	75	90
trasporti e bagagli	25	28	
identificazione animali	80	90	270

fonte: "RFID Forecast, Players and Opportunities 2008-2018"

Componenti del sistema

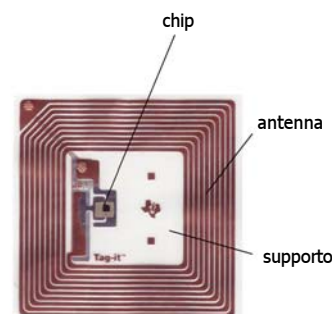
La tecnologia RFID si compone di tre elementi fondamentali:

- TAG – un transponder a radiofrequenza di piccole dimensioni costituito da un circuito integrato (chip) con funzioni di semplice logica di controllo, dotato di memoria, connesso ad un'antenna ed inserito in un contenitore o incorporato in una etichetta di carta, una Smart Card o ancora in una chiave come quelle di avviamento delle vetture. Il TAG permette la trasmissione di dati a corto raggio senza contatto fisico. I dati contenuti nella memoria del TAG sono limitati ad un codice univoco non modificabile, chiamato anche Identificativo, al quale in certi TAG si aggiunge uno spazio di memoria sul quale possono essere aggiunte ulteriori informazioni.

- Reader / Writer – un ricetrasmittitore controllato da un microprocessore ed usato per interrogare e ricevere le informazioni in risposta dai TAG. Utilizzato anche per scrivere, per quest'ultima funzione può essere incorporata anche in speciali stampanti, che mentre stampano una descrizione sul tag adesivo, vi memorizzano informazioni aggiuntive.

- Sistema di gestione – un sistema informativo (piattaforma software) che, quando esiste, è connesso in rete con i Reader. Tale sistema consente, a partire dai codici identificativi provenienti dai TAG, di ricavare tutte le informazioni disponibili associate agli oggetti e di gestire tali informazioni per gli scopi dell'applicazione.

Il TAG o Transponder. Il TAG è l'etichetta "intelligente" che viene posta sugli oggetti da gestire. Nella sua struttura generale è composto dai seguenti elementi:



Lo schema di un TAG passivo HF.

1) *Il chip*, ovvero il componente elettronico dotato di intelligenza per gestire tutta la parte di comunicazione e identificazione. La sua superficie generalmente è di circa 1 mm².

2) *L'antenna*, che costituisce l'apparato che permette al chip di ricevere e trasmettere le informazioni con il mondo esterno. Nei transponder passivi, l'antenna consente inoltre di catturare l'energia necessaria al funzionamento del chip.

3) *Il supporto*, ossia il materiale/componente che sostiene e protegge chip e antenna.

I TAG oggi in commercio sono caratterizzati dall'aver dimensioni, caratteristiche, aspetti estremamente variabili. È necessario pertanto suddividerli in base a diversi parametri, quali le fonti energetiche utilizzate per la loro alimentazione elettrica e le frequenze operative legate alla tecnologia realizzativa.

In base alle fonti energetiche utilizzate, i TAG si possono così classificare:

- **passivi** - ricavano l'energia di cui hanno bisogno per il funzionamento dal segnale proveniente dal Reader. Non possiedono un vero e proprio trasmettitore, ma irradiano, modulando, il segnale trasmesso dal Reader e riflesso dalla propria antenna. Le distanze a cui possono operare sono, al massimo, dell'ordine di alcuni metri o di alcuni centimetri a seconda della frequenza operativa;

- **attivi** - sono alimentati da batterie. Incorporano ricevitore e trasmettitore come i Reader. Possiedono memoria di dimensioni notevoli (centinaia e a volte migliaia di byte), spesso riscrivibili e possono contenere sensori. Le distanze a cui possono operare dipendono da trasmettitore e batterie, in genere sono al massimo dell'ordine dei 200 metri;

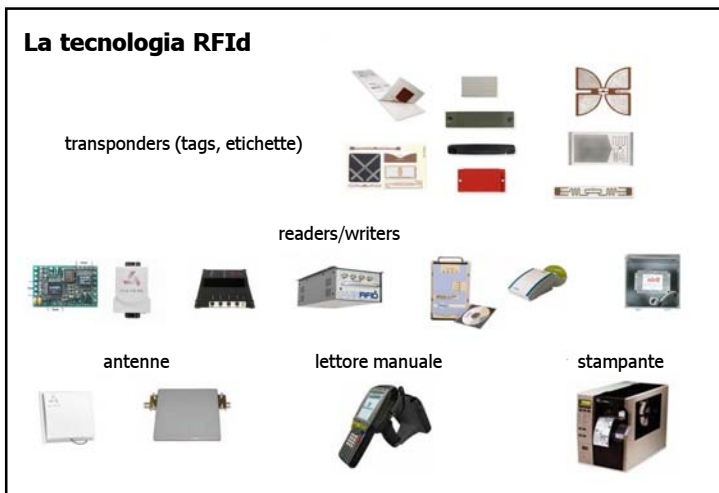
- **battery-assisted passive (BAP)**: usano una fonte di energia per alimentare solo alcuni componenti del TAG. Si suddividono ulteriormente in:

- *semi-passivi*, dotati di batteria utilizzata solo per alimentare il microchip o apparati ausiliari quali sensori, ma non per alimentare un trasmettitore in quanto in trasmissione si comportano come i TAG passivi. Le distanze operative sono al massimo dell'ordine di qualche decina di metri.
- *semi-attivi*, sono dotati di batteria che alimenta microchip e trasmettitore, ma a differenza dei tag attivi, normalmente sono disattivati per non consumare energia. L'attivazione si ottiene tramite un ricevitore che opera con la tecnologia dei TAG passivi. In assenza di interrogazioni, la durata della batteria può essere estremamente lunga.

I TAG passivi sono i più piccoli, i più economici ed i più diffusi tra tutti i tipi esistenti. Essendo costituiti da un'antenna, tipicamente stampata, e da un circuito integrato miniaturizzato, l'altezza (rispetto al supporto) dei tag passivi può anche essere di poche decine di micron. Questo fa sì che possano essere inseriti facilmente in carte di credito, etichette adesive, bottoni, fogli di carta, banconote e biglietti (da visita, di ingresso etc).

Principio di funzionamento.

La lettura di un TAG passivo (o semi-passivo) è piuttosto diversa da una comunicazione dati full duplex a radiofrequenza, pertanto merita un approfondimento. A differenza degli apparati di tipo attivo, i TAG passivi abbiamo visto che per la loro alimentazione traggono l'energia dall'onda elettromagnetica che ricevono. I TAG passivi, inoltre, non generano la frequenza portante che usano per la trasmissione, ma piuttosto re-irradiano, modulandola, una parte dell'energia trasmessa dal Reader che li sta interrogando. Questo fa riferimento alla possibilità di modulare un segnale generato dal Reader tramite la variazione dell'impedenza dell'antenna del TAG, che trasforma l'antenna medesima da assorbente in riflettente. Tale processo è molto simile all'uso di uno specchio e della luce solare per segnalazioni luminose a distan-



za. Sfruttando tale principio si elimina anche la necessità di oscillatori locali per generare una portante a radiofrequenza e si riduce pertanto la potenza necessaria per l'alimentazione del TAG.

Per ricavare energia e comunicare con il Reader, il funzionamento dei TAG passivi, a seconda della tecnologia scelta, si basa su uno dei due principi fisici seguenti:

Accoppiamento induttivo (magnetico) in condizioni di "campo vicino": sistemi di questo tipo si basano sul fatto che, per distanze relativamente brevi rispetto alla lunghezza d'onda emessa dall'antenna del Reader, nell'antenna del TAG prevalgono gli effetti della corrente indotta dal campo magnetico che varia periodicamente nel tempo. Poiché il TAG viene a trovarsi immerso in questo campo, il flusso magnetico variabile nel tempo si concatena con le spire dell'antenna del TAG dando così origine, secondo la ben nota legge fisica di Lenz, ad una corrente indotta nelle spire. L'accoppiamento induttivo tra le antenne del TAG e del Reader avviene quindi in maniera simile ad un trasformatore. L'energia ricavata da un siffatto trasformatore viene usata per attivare il TAG.

Per ottenere le condizioni di "campo vicino" alle distanze operative impiegate, vengono generalmente sfruttate le bande con maggiore lunghezza d'onda, ovvero LF e HF. Tali sistemi risentono dell'allineamento tra Reader e TAG: il massimo trasferimento di energia si ottiene quando le antenne sono parallele.

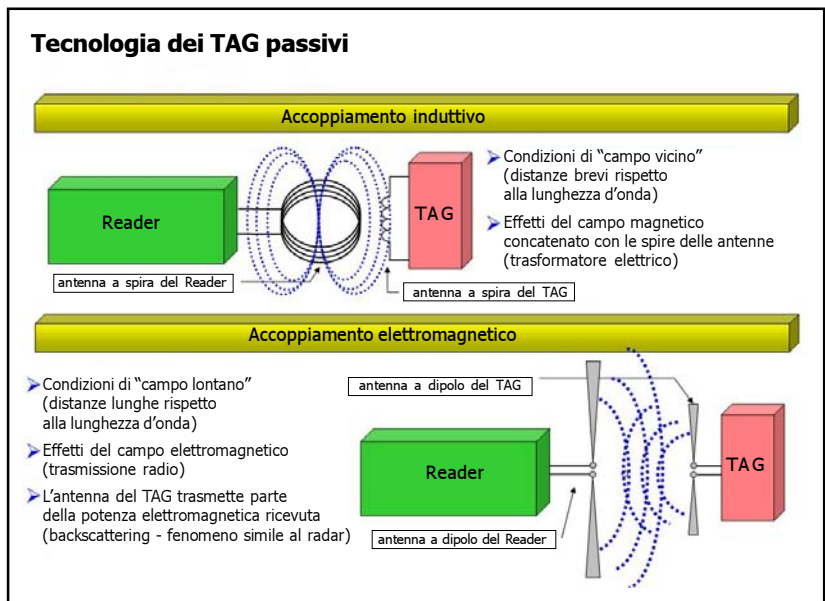
Accoppiamento elettromagnetico in condizioni di "campo lontano" con effetto backscatter: sistemi di questo tipo si basano sul fatto che, per distanze relativamente lunghe, rispetto alla lunghezza d'onda emessa dall'antenna del Reader, nell'antenna del TAG prevalgono gli effetti del campo elettromagnetico, che varia periodicamente nel tempo. L'antenna del TAG riflette parte della potenza elettromagnetica ricevuta. Questa può essere rilevata dall'antenna del Reader. Il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche è conosciuto come back-scattering ed è simile a quello su cui si basa il funzionamento dei sistemi radar. Per ottenere le condizioni di "campo lontano" alle distanze impiegate, vengono generalmente sfruttate le bande con minor lunghezza d'onda (UHF, SHF).

Si è visto come i TAG passivi operino con modalità diverse, a seconda che siano progettati per operare in "campo vicino" o in "campo lontano". Il campo elettromagnetico totale è la somma dei due termini, uno relativo alla radiazione ed uno di tipo statico. Nella regione di campo lontano prevale il termine di radiazione, mentre nella regione di campo vicino prevale il termine statico. Infatti nella regione di campo lontano il campo elettromagnetico si propaga globalmente come un'onda sferica, che, per aree limitate, viene approssimata ad un'onda piana. Nella regione di campo vicino, invece, non si riscontrano le caratteristiche di un'onda che si propaga, ma prevalgono quelle di un campo "statico" i cui valori rispecchiano istante per istante quelli della sorgente.

Il confine tra campo vicino e campo lontano è legato alla lunghezza d'onda (λ) e alla dimensione (D) dell'antenna trasmittente. Le relative definizioni sono le seguenti:

- Regione di "campo lontano":
 - distanza TAG-Reader $\gg \lambda$
 - distanza TAG-Reader $\gg D$
 - distanza TAG-Reader $\gg 2D^2/\lambda$
- Regione di "campo vicino":
 - distanza TAG-Reader = λ

In pratica altri fattori riducono questo confine ai valori illustrati nella qui a fianco, tratti da analisi sperimentali sul campo.



banda di frequenza	regione di "campo vicino"	regione di "campo lontano"
LF	< 120 m	> 12 Km
HF	< 1 m	> 110 m
UHF	< 1,65 cm	> 1,65 m
SHF	< 0,25 cm	> 0,25 cm

Frequenze operative e tecnologie

Le frequenze di comunicazione tra Reader e TAG dipendono sia dalla natura del TAG, sia dalle applicazioni previste e sono regolate (per controllare le emissioni di potenza e prevenire interferenze) dai consueti organismi internazionali e nazionali. Di seguito vediamo le frequenze più usate e le relative applicazioni principali.

TAG induttivi LF (Low Frequencies) - 120÷145 KHz

L'accoppiamento Reader – TAG avviene per via induttiva. Nel caso di TAG passivi, la distanza operativa è all'incirca pari al diametro dell'antenna del Reader e varia dai 30 ai 100 cm. Oltre tale distanza il campo si riduce molto rapidamente, in ragione di $1/d^3$ e l'energia captata dal TAG di $1/d^6$. Anche per questo motivo la distanza per poter eventualmente scrivere nella memoria, operazione che richiede un maggior consumo di energia, è normalmente più bassa di quella di lettura di circa il 30÷50%. Le frequenze più diffuse sono due:

- 125,5 KHz nel settore automotive, per realizzare per esempio gli immobilizer;
- 134,2 KHz nella tracciabilità animale per via della bassissima influenza che l'acqua ed i tessuti biologici hanno sulla trasmissione.

TAG induttivi HF (High Frequencies) – 13,56 MHz

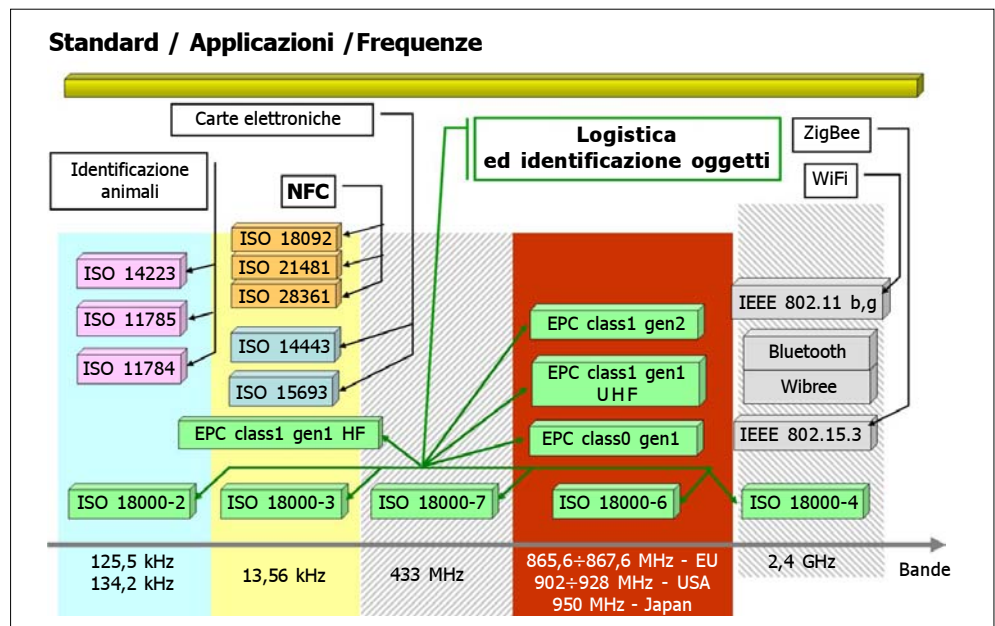
Si tratta della frequenza universalmente riconosciuta e più utilizzata in tutto il mondo. L'accoppiamento Reader – TAG avviene per via induttiva come per i TAG LF. La configurazione tipica prevede un'antenna formata da un avvolgimento normalmente in rame, ma viene utilizzato anche l'alluminio, formato su un substrato piatto e ottenuto per incisione da un sottile foglio di metallo dello spessore di qualche decina di micron (60-70), oppure depositato, sul medesimo substrato, con inchiostri conduttivi. La dimensione ed il numero di spire determina la sensibilità e la distanza operativa, insieme, ovviamente, alla dimensione ed alla potenza emessa dall'antenna del Reader. I costi sono inferiori a quelli dei TAG LF, ma possono oscillare in modo considerevole: a livello di utente finale i costi di tag adesivi è di qualche decina di centesimi di euro.

Questa banda di frequenze è la più usata per le cosiddette *etichette intelligenti* (Smart TAG) impiegate nella logistica e nella gestione degli oggetti. Sono inoltre presenti le Smart TAG contactless, ossia quelle carte usate per erogazioni di servizi polivalenti, dotate di notevole capacità di memoria (da pochi Kbyte fino al Mbyte) e algoritmi crittografici per effettuare transazioni finanziarie sicure.

Quasi esclusivamente di tipo passivo, le smart tag contactless sono coperte dallo standard ISO/IEC 14443 detto di "proximity", che copre da 10 a 30 cm, e dallo standard ISO/IEC 15693 di "vicinity" per una distanza operativa da 30 a 90 cm. Sono molto diffuse nel settore del ticketing, del controllo degli accessi del personale, della tracciabilità dei bagagli nei sistemi aeroportuali, stanno diventando comuni sostitutivi intelligenti ed inviolabili delle schede magnetiche per le transazioni bancarie (bancomat) e come carte di credito.

TAG elettromagnetici UHF(Ultra High Frequencies), media 860÷950 MHz

L'evoluzione tecnologica dei semiconduttori, che ha portato alla realizzazione di chip particolarmente parsimoniosi nel consumo energetico, ha consentito la realizzazione di etichette RFID operanti con distanze operative decisamente più estese di quanto fosse consentito con le etichette LF e HF, arrivando tra i 3 e i 5 metri, con soluzioni passive, per giungere anche a 100 metri e più con quelle attive. L'accoppia-



La genesi militare della tecnologia RFI

L'acronimo RFI, *Radio Frequency Identification*, deriva dall'insieme delle tecnologie in grado di consentire l'identificazione automatica a distanza di un oggetto attraverso l'utilizzo delle onde radio. Contrariamente a quanto comunemente si ritiene, l'RFI ha una storia tecnologicamente "antica" e consolidata. Nasce infatti nella seconda guerra mondiale quale sistema di ausilio ai radar (*radio detecting and ranging*, rilevamento radio e misurazione di distanze), già presenti sulle coste inglesi e tedesche nei primi anni del conflitto.

Tale sistema, nelle sue prime realizzazioni, non era in grado di distinguere gli aerei amici da quelli nemici. Venne pertanto dato grande impulso alla progettazione di un sistema IFF - *Identification Friend or Foe* (Identificazione amico o nemico), progenitore dell'attuale RFI. Gli ingegneri decisero di installare a bordo dei velivoli una scatola contenente una ricetrasmittente, denominata successivamente "transponder", che all'atto dell'illuminazione radar rispondeva sulla stessa frequenza con un *bip*, permettendo al radar stesso l'identificazione degli aerei.

Una seconda fase evolutiva permise non solo l'identificazione IFF ma anche quella univoca mediante un identificativo ("ID") assegnato ad ogni velivolo. Questo importante obiettivo che consentiva di distinguere con precisione ciascun aeromobile dagli altri, fu reso possibile modulando l'emissione del transponder (primi esperimenti di onde radio FM) a bordo dell'aereo, che non inviava più un semplice *bip*, ma una serie di dati opportunamente codificati. Questa innovazione permise di "numerare" ogni aereo e conoscerne la posizione univoca sul radar.

Nella Germania del conflitto, il primo sistema realizzato aveva il nome di Knickebein ed era derivato dal siste-

ma strumentale Lorentz utilizzato per i bombardamenti. Il sistema, ottico, consentiva al pilota di seguire il raggio direttore per sganciare poi le bombe quando intercettava il raggio incidente che tagliava il raggio direttore in corrispondenza dell'area da bombardare. Un successivo miglioramento del 1940, chiamato X-GERAT, aveva tre raggi incidenti ed un sistema automatico di sgancio. Ulteriore miglioramento si ebbe con il sistema Y-GERAT che usava un unico fascio radio calcolando la distanza del velivolo dalla stazione emittente mediante un transponder installato a bordo, che ritrasmetteva il segnale ricevuto. Tali sistemi arrestarono il loro sviluppo con la fine delle incursioni tedesche sulla Gran Bretagna.

Nel Regno di Sua Maestà britannica, il sistema IFF con transponder era già stato realizzato ancor prima dell'inizio della seconda guerra mondiale. Il dispositivo, a bordo del velivolo, trasmetteva un segnale all'operatore del Chain Home Radar (sistema radar inglese, operativo fin dal 1939) per informarlo che l'aereo sotto controllo era amico. Una significativa evoluzione si ebbe con il sistema MKIII realizzato da Sir Watson-Watt nel 1940, progenitore dei moderni sistemi, capace di operare su più bande di frequenza e di consentire l'identificazione univoca di aerei e navi. L'importanza storica di questa soluzione risiede nella sua architettura, già comprensiva di quegli elementi presenti negli attuali transponder.

In molte applicazioni militari, la tecnologia del transponder IFF è ancora attuale e soggetta a continui sviluppi. Nel 2002 la US Navy ha finanziato una ricerca per sviluppare nuove funzionalità nell'ultimo modello di transponder per navi militari, chiamato AN/APX-118(V).

mento Reader – TAG avviene per via elettromagnetica, come nei tradizionali sistemi di radiocomunicazione.

Le modalità di comunicazione, accettate a livello internazionale, sono strutturate dal protocollo EPC "Class1/Generation2" e dalla relativa inclusione nello standard ISO/IEC 18000-6 Type C. Le potenze in trasmissione dei Reader sono differenti tra USA e Europa e così pure il numero di canali utilizzabili. Il fatto di avere numerosi canali si traduce nella possibilità di poter far operare nella stessa area contemporaneamente diversi Reader (Frequency Hopping).

A queste frequenze, con l'accoppiamento elettromagnetico, la quantità di energia che il TAG raccoglie dal campo EM (ElettroMagnetico) ricevuto è funzione del diagramma di radiazione dell'antenna del TAG e della densità di potenza del campo EM presente nella posizione del TAG: tale diagramma è correlato con la lunghezza d'onda e con le dimensioni fisiche dell'antenna medesima, mentre la densità di potenza è correlata con i parametri tecnici del Reader (potenza, antenna).

Se consideriamo la frequenza di 900 MHz, la lunghezza d'onda è di circa 33 cm e un'antenna a ½ onda risulta lunga 16,5 cm, mentre un'antenna ad ¼ d'onda risulta essere di circa 8,3 cm: queste sono le dimensioni più probabili che ci si può aspettare per i TAG operanti in UHF media. Tali TAG, molto importanti nella logistica (si può leggere quasi istantaneamente il contenuto di un'intero pallet facendolo semplicemente transitare in un varco dotato di reader), risentono però, molto più degli altri TAG, di riflessioni delle onde EM dovute a strutture metalliche, nonché del loro

assorbimento da parte di tutti i materiali contenenti liquidi.

I sistemi attuali sono in grado di gestire letture multiple contemporanee (anticollisione) arrivando alla lettura di più di 100 TAG al secondo. In teoria, i TAG conformi alle specifiche EPC/ISO Class1/Gen2, possono consentire la lettura di 600 TAG che si presentino contemporaneamente al lettore (reader).

TAG elettromagnetici UHF (Ultra High Frequencies) ALTA e SHF (Super High Frequencies) - Banda 2,4 GHz

In questa banda operano già altre tecnologie (Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee) con le quali si deve convivere. Il comportamento e le caratteristiche dei TAG che operano in queste frequenze sono simili a quelle dei TAG della UHF Media. La lunghezza d'onda inferiore consente una riduzione della grandezza dell'antenna, anche se a scapito dell'energia captata del campo EM incidente. Per contro il campo può essere più facilmente direzionabile anche con antenne molto compatte ottenendo aree di lettura molto ristrette e direzionali. Le funzionalità non si discostano da quelle dei TAG UHF: attivi, semi-passivi e passivi; con memoria da 64/96 bit (semplice dispositivo di ID) a diversi Kbytes e scelta tra ReadOnly (tipicamente ID), "WORM" (Write Once Read Many) e "Read/Write".

Per fornire un'idea della flessibilità e delle potenzialità offerte dai sistemi RFID su soluzioni concrete, verranno ora brevemente illustrati alcuni progetti realizzati in Sardegna, unici nel loro genere, ai quali lo scrivente ha direttamente e attivamente preso parte.

Progetto TARV - Turismo Assistito RFID per non Vedenti

Scopo: progettazione e realizzazione di una soluzione multimediale per non vedenti, capace di guidare una persona all'interno di un sito turistico, rendendo di fatto il visitatore completamente indipendente dalla presenza o meno di guide e accompagnatori.

Principio di funzionamento: la guida multimediale è composta da un PDA commerciale touch screen, equipaggiato con un lettore di TAG. All'interno del sito (basilica romanica di Santa Giusta, provincia di Oristano) una serie di TAG opportunamente posizionati fin dall'ingresso guidano il visitatore non vedente, fornendogli, per tappe successive, le informazioni turistiche architettoniche e storiche, nonché le indicazioni su come giungere al punto successivo. In questo modo, attraversando in modalità guidata la chiesa passando sequenzialmente da un TAG al successivo (1, 2, 3 etc fino all'uscita) e avendo sempre la possibilità di tornare al passo precedente o di riascoltare la descrizione storica, il visitatore "speciale" è sempre in grado di decidere in modo completamente autonomo cosa fare.

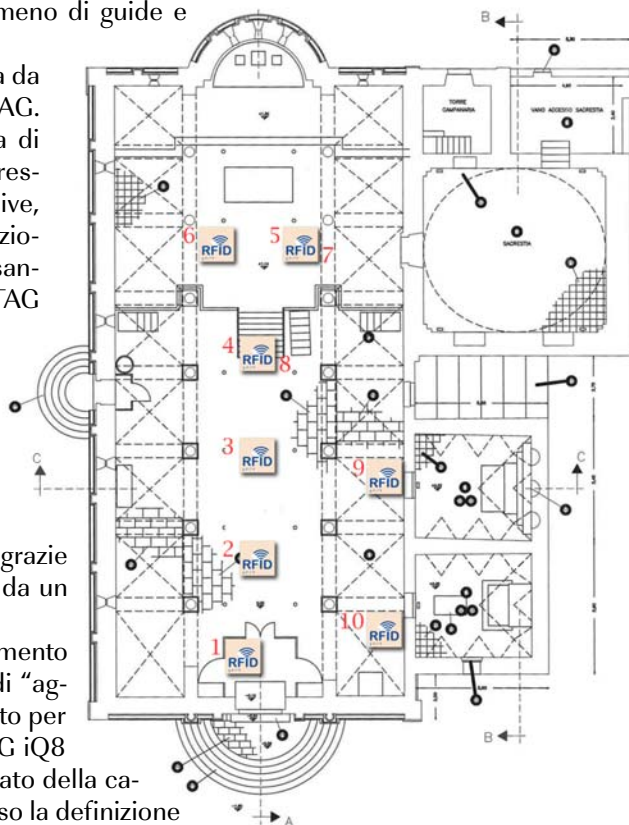
Sul PDA, dotato di touch screen, è stata sviluppata un'applicazione che suddivide lo schermo in quattro comode grandi aree, così da essere facilmente pilotato dalle dita dell'utilizzatore. Sostanzialmente si è creato un percorso elettronico invisibile, che grazie all'interazione tra TAG e Reader *aggancia* il visitatore, portandolo da un punto al successivo.

Tecnologia utilizzata: vista l'impossibilità di garantire un puntamento preciso tra Reader e TAG da parte dell'utilizzatore e la necessità di "agganciare" da una certa distanza i singoli TAG con il lettore, si è optato per la scelta della tecnologia UHF attiva, utilizzando in particolare i TAG iQ8 e relativo Reader inserito nel palmare commerciale. Il sistema, dotato della capacità di regolare le potenza di trasmissione e ricezione, ha permesso la definizione precisa delle aree di copertura.

Progetto localizzazione dei pazienti e loro identificazione

Scopo: progettazione e realizzazione di una soluzione sperimentale capace di consentire la localizzazione esatta di un paziente all'interno del Pronto soccorso dell'Azienda Ospedaliera "Brotzu" di Cagliari, abbinata alla identificazione del paziente medesimo e dei suoi dati di ricovero.

Principio di funzionamento: nel progetto sono presenti due funzionalità diverse



La pianta della basilica di Santa Giusta (OR) con la localizzazione dei TAG che identificano i punti di maggiore interesse per il visitatore.

e complementari, che sono state integrate. La localizzazione è stata realizzata attraverso l'utilizzo di specifici TAG attivi che colloquiano con una rete Wi-Fi appositamente realizzata. Su un server, sfruttando la diversa potenza di segnale con cui ogni TAG viene rilevato dai diversi Access Point (dispositivi di comunicazione della rete Wi-Fi) una piattaforma software specifica effettua la triangolazione, ad intervalli di tempo ravvicinati, regolari e programmabili.

In questo modo, con una approssimazione di circa 50 cm, viene individuata la posizione del TAG consegnato al paziente al momento dell'accettazione nel Triage, area di prima accoglienza del Pronto soccorso. La posizione del paziente è così verificabile in ogni istante da tutti i medici attraverso il software di Pronto soccorso, sul quale sono stati adeguatamente integrate le nuove funzionalità, che mostrano un pallino blu su una planimetria.

Per quanto concerne l'identificazione del paziente e dei suoi dati di ricovero, al momento delle dimissioni dal Triage per l'ammissione in OBI (reparto di Osservazione Breve ed Intensiva) viene consegnato al paziente un braccialetto RfId, sul quale vengono memorizzate, attraverso apposita stampante RfId pilotata dal programma di Pronto soccorso, i dati essenziali quali nome, cognome, data e ora ricovero, prima diagnosi. Al momento dell'ammissione in OBI, mediante la rapida lettura dei dati dal braccialetto, viene eseguita l'immediata accettazione del paziente. Inoltre, in qualunque momento, attraverso un palmare equipaggiato adeguatamente di Reader e connessione alla rete Wi-Fi, il personale medico può leggere dal medesimo braccialetto i dati essenziali del paziente e accedere alle ulteriori informazioni contenute nel software del Pronto soccorso.

Tecnologia utilizzata: per quanto riguarda la localizzazione sono stati usati TAG attivi Wi-Fi specifici operanti alla frequenza di 2,4 GHz, abbinati ad una rete Wi-Fi particolarmente fitta, per aumentare la precisione di triangolazione: il tutto coordinato da una piattaforma software abbinata ai TAG. Per quanto riguarda l'identificazione, sono stati usati TAG passivi a 13,56 Mhz, a forma di braccialetto, stampabili sia elettronicamente che con specifici inchiostri da una stampante per TAG passivi a 13,56 MHz: a questi sono stati abbinati lettori RfId da tavolo della medesima frequenza ed i lettori portatili che equipaggiano i palmari del personale ospedaliero.

Progetto per la gestione di una biblioteca

Scopo: integrazione della tecnologia RfId per l'identificazione univoca dei libri e la creazione di una postazione di auto-prestito presso la biblioteca comunale di Assemini.

Principio di funzionamento: i libri vengono normalmente identificati attraverso il codice ISBN, che di fatto è un codice a barre, che identifica una famiglia di libri caratterizzati dal medesimo titolo, autore, editore. Tale soluzione classica non identifica però il singolo volume: pertanto nel caso frequente in cui la biblioteca possiede diverse copie dello stesso libro, non c'è modo di individuarle singolarmente.

Il progetto prevede tre moduli specifici. Nel primo tutti i libri vengono dotati di apposito TAG passivo adesivo, in modo da distinguerli in modo univoco gli uni dagli altri, rendendo univoca anche nel database della biblioteca la loro identificazione attraverso il TAG, mediante una integrazione con il software di gestione libraria. Nel secondo è stata realizzata una postazione per l'operatore, in grado di leggere i TAG dal libro o dai libri posati sopra un'antenna da tavolo. Ad ogni utente viene inoltre fornita una smart card univoca e personale, registrata nel software di gestione.

Al lato pratico, una volta scelti i libri, questi vengono posati sull'antenna anche tutti insieme, con la card dell'utente: il Reader legge contemporaneamente tutte le informazioni e abbina automaticamente i libri all'utente, semplificando e velocizzando considerevolmente le attività, eliminando inoltre i fattori di errore umano.

Sullo stesso principio è stata inoltre realizzata una postazione di auto-prestito: attraverso un computer con touch screen e un'apposita antenna da tavolo, l'utente può eseguire in autonomia le operazioni di check-out: poggia i libri e la card, a video viene chiesta conferma della richiesta di prestito. Dopo la conferma, una stampante rilascia una ricevuta e disabilita un bit del TAG che viene utilizzato come antitaccheggio: in questo modo l'utente, in totale autonomia, ha prelevato i libri, è stato identificato,



Reader da tavolo per biblioteca.

ha aggiornato il software della biblioteca con il nuovo prestito, ha ottenuto la ricevuta, ha disattivato l'antitaccheggio e può tranquillamente uscire dalla biblioteca senza aver necessità di assistenza.

Tecnologia utilizzata: in considerazione della ridotta distanza tra TAG (sul libro) e l'antenna (sul tavolo) sono stati usati TAG passivi a 13,56 MHz. In particolare, per l'utilizzo della funzione antitaccheggio, si è optato per TAG riscrivibili, sui quali è possibile pertanto abilitare/disabilitare uno specifico bit per tale funzione. Per consentire una lettura agevole di diversi libri contemporaneamente, anche impilati tra loro, si è optato per un Reader di potenza significativa e un'antenna di dimensioni generose, grande all'incirca quanto un foglio A4. La potenza in gioco consente il posizionamento dell'antenna sotto il tavolo, quindi non a vista, permettendo di avere un'area di lavoro comoda ed eliminando sul nascere la possibilità di movimenti meccanici dell'antenna stessa, che alla lunga potrebbero generare usura delle componenti di connessione.

Applicazioni possibili: lettura contatori dell'acqua

Scopo dell'applicazione: consentire una lettura automatizzata dei contatori dell'acqua, con dimensioni del sistema scalabili a piacere.

Descrizione del sistema: la soluzione prevede l'adozione di contatori omologati dotati (o dotabili a posteriori) di transponder adeguato. Il transponder rileva lo scatto del contatore, incrementa il valore dell'indice di consumo e registra il nuovo valore nel contatore elettronico interno. Successivamente calcola il tempo (data, ora, minuti, secondi) ed in base alla relazione numero_scatti/tempo calcola il valore dei registri interni dedicati agli eventi quali perdita, overflow e contatore fermo. Vengono organizzati i dati all'interno di un pacchetto di bit da inviare via radio e viene attivato un contatore di tempo per sincronizzare l'invio con la pianificazione delle trasmissioni già programmata in fase di setup. Ad accogliere tali dati sovrintende una rete wireless composta da moduli radio in grado di realizzare una comunicazione verso il server centrale che memorizza i dati in un database, pronti per essere integrati in qualunque applicazione per la fatturazione.

Applicazioni possibili: inventario cespiti

Scopo dell'applicazione: creazione e gestione di un inventario, identificando ogni cespite con un tag RFID.

Descrizione del sistema: rispetto all'uso delle comuni etichette o dei bar code, i vantaggi sono legati alla velocità di rilevamento dei dati ed alla precisione. In particolare, l'operatore che deve rilevare i cespiti sarà dotato di palmare equipaggiato con reader RFID, in grado di avere una integrazione software con il database centralizzato. In questo modo l'operatore, tramite il palmare, sa già in anticipo, cosa si deve aspettare di trovare in una certa stanza, di un certo piano di un dato edificio. Ciò che troverà realmente sarà automaticamente confrontato con quanto risulta sull'inventario centralizzato al fine di agevolare la ri-assegnazione dei cespiti fuori posto.

Applicazioni possibili: pass cittadini per disabili e ZTL

Scopo dell'applicazione: sostituire i pass cartacei tradizionali e facilmente falsificabili con tessere dotate di TAG RFID incorporato, per evitare frodi.

Descrizione del sistema: il tutto si basa sulla possibilità di realizzare dei pass apparentemente analoghi a quelli tradizionali ma dotati, in aggiunta, di uno specifico TAG RFID. L'Amministrazione comunale, con un nuovo software e palmari in dotazione alla polizia municipale, può eseguire controlli specifici sui pass esposti nelle auto: tramite il palmare viene letto il contenuto della memoria del TAG e solo se questo è perfettamente identico a quanto memorizzato nel software del palmare, che è tratto dall'archivio principale, il Pass risulta autentico. Poiché sulla memoria di ogni TAG, oltre a quanto ci si può aggiungere all'atto del rilascio del Pass (per esempio i dati del cittadino richiedente o della targa del veicolo) è presente un codice univoco a livello mondiale impostato direttamente in fabbrica, risulta decisamente arduo poter clonare tale codice, a meno di non possedere una fabbrica di TAG.

Roberto Müller

Bibliografia

RFID – Identificazione automatica a radiofrequenza, Luigi Battezzati e Jean-Louis Hygounet, HOEPLI editore

RFID – Fondamenti di una tecnologia silenziosamente pervasiva, Paolo Talone e Giuseppe Russo, Fondazione Ugo Bordoni editore

Ridisegnare i processi con l'RFID, Luigi Battezzati, Alessandro Perego, Andrea Stanesi, Il Sole 24 Ore editore

Innovare e competere con le ICT, Raffaele Balocco, Stefano Mainetti, Andrea Rangone, Il Sole 24 Ore editore

IDTechEx (www.IDTechEx.com)

Deutsche Bank Research
(www.dbresearch.com)