



Con il patrocinio di



RFid Tecnologie per l'innovazione

Publicazione della Fondazione Ugo Bordoni in collaborazione con Federcomin





RFId

Tecnologie per l'innovazione

**Pubblicazione della Fondazione Ugo Bordoni
in collaborazione con Federcomin**

Con il patrocinio di



**MINISTERO
DELLE COMUNICAZIONI**

RFID - TECNOLOGIE PER L'INNOVAZIONE

Responsabili Franco Menaglia
Paolo Talone
Fondazione Ugo Bordoni

Roberto Triola
Emanuele Rizzo
Federcomin

**Progetto grafico
e impaginazione** Stefania Vinci
Fondazione Ugo Bordoni

Si ringrazia per la collaborazione:



Ministero delle Comunicazioni



Consorzio Qualità
della Carne Bovina

INDICE GENERALE

PREFAZIONE 5

a cura di Francesco Troisi

*Direttore Generale della Direzione Pianificazione e Gestione
dello Spettro Radioelettrico, Ministero delle comunicazioni*

EXECUTIVE SUMMARY 7

SEZIONE I

RFID, tecnologia e applicazioni17

di Giuseppe Russo e Paolo Talone

Fondazione Ugo Bordoni

Revisione sezione allocazione frequenze:

Francesco Troisi

Ministero delle comunicazioni

Revisione sezioni tecniche:

Carlo Medaglia

RFID Lab

Collaborazione alla Parte I e documentazione fotografica:

Ubaldo Montanari

AIM Italia e Gruppo di lavoro Federcomin

Collaborazione editoriale:

Enrico Nicolò

Fondazione Ugo Bordoni

SEZIONE II

Aspetti economici e di mercato297

di Giacinto Matarazzo

Fondazione Ugo Bordoni

Gruppo di lavoro:

- Ubaldo Montanari
AIM Italia e Gruppo di lavoro Federcomin
- Franco Musiari
Segretario AIM Italia
- Enrico Nicolò
Fondazione Ugo Bordoni
- Maria Lodovica Zoccolotti
Fondazione Ugo Bordoni

Collaborazioni:

- AIM Italia
- Federcomin
- Consorzio Qualità Carne Bovina

Uso delle RFID a confronto nelle imprese private e nelle pubbliche amministrazioni355

di Tatiana Azzalin, Ugo Biader Ceipidor,

Carlo Maria Medaglia, Alexandru Serbanati

RFID Lab - CATTID

SEZIONE III

Prodotti e applicazioni RFID369

presentati da:

- Eximia
- Hi Pro
- Intermec
- MRFID
- RFID Lab
- TSF

PREFAZIONE

I sistemi di identificazione tramite radiofrequenza hanno acquistato negli ultimi tempi una sempre maggiore importanza per il mondo produttivo, soprattutto nel settore della movimentazione delle merci, evolvendo verso applicazioni di tracciamento sempre più avanzate, come quelle legate ai sistemi operanti sulla banda UHF. Tuttavia non si può dire che tale tecnologia, cui il mondo produttivo attribuisce importanza rilevante, sia conosciuta dal vasto pubblico, che peraltro spesso, inconsapevolmente, viene a contatto con le sue applicazioni.

In questa ottica appare straordinariamente ben scelto il sottotitolo della sezione che tratta di tale tecnologia e che recita “Fondamenti delle tecniche e cenni sulle applicazioni di una tecnologia silenziosamente pervasiva”. Infatti, come dicevo, non vi è nessuno che non sia venuto in contatto almeno una volta con applicazioni della tecnologia RFID, ma, a meno di non essere un “addetto ai lavori”, non se ne è quasi mai accorto. Ciò significa che il dibattito sull’introduzione di nuovi standard tecnici in Italia, quali i TAG passivi operanti sulla banda UHF, raramente ha raggiunto livelli di diffusione solo lontanamente paragonabili ad altre applicazioni oggi in primo piano su tutti gli organi di informazione quali le applicazioni WiMAX di cui oggi tanto si discute. Eppure la diffusione dei TAG passivi promette di rivoluzionare radicalmente i sistemi di tracciamento dei prodotti, con vantaggi notevoli anche per i cittadini, oltre che per le aziende manifatturiere e commerciali, ma anche, secondo alcuni, con problemi di privacy.

Naturalmente la sezione di Talone e Russo è rivolta prevalentemente agli esperti del settore, ma anche in tale ambito ha le caratteristiche necessarie a farne uno strumento di conoscenza di un settore strategico che a volte non è conosciuto in tutte le sue potenzialità nemmeno dai “tecnici” ma solo dalla cerchia di chi è interessato all’utilizzo delle applicazioni RFID perché appartenente al settore manifatturiero o al settore del commercio, .

Di non minore interesse è anche la sezione seconda, curata da Matarazzo e dal prof. Medaglia, in quanto essa contiene utilissime analisi sull'evoluzione e sulle prospettive del mercato in Italia e nel mondo. In particolare risulta apprezzabile l'analisi svolta per il mercato italiano, il quale sembra risentire di uno sviluppo inferiore a quello in atto in altri paesi, soprattutto per la situazione legata ai vincoli esistenti, e che potrebbero essere rimossi, nel settore dei TAG passivi. In proposito appaiono apprezzabili sia l'analisi dell'offerta che la valutazione del mercato e dei settori applicativi; di sicuro meritevole di considerazione, soprattutto per l'Amministrazione pubblica quale ente regolatore, appare l'analisi degli ostacoli esistenti all'ulteriore sviluppo degli RFID. In proposito va detto che la situazione si sta muovendo in quanto con la prossima approvazione di una apposita decisione da parte della Commissione Europea si stabilirà, per tutti i paesi membri della Comunità Europea (e quindi anche per il nostro paese), un contesto normativo uniforme per l'utilizzazione dello spettro radio nelle frequenze UHF, recependo l'attuale normativa CEPT ma trasformandola da una disposizione non vincolante in una obbligatoria per i paesi della CE.

In conclusione si può affermare che il Libro Bianco, quale manuale tecnico, si fa apprezzare per la sua completezza e la capacità di presentare in maniera chiara ed esauriente l'intero spettro delle applicazioni RFID oggi disponibili sul mercato, nonché le diverse applicazioni delle stesse nei vari settori.

Francesco Troisi

Direttore Generale

Pianificazione e Gestione dello Spettro Radioelettrico,

Ministero delle comunicazioni

EXECUTIVE SUMMARY

Articolazione e obiettivi del Libro Bianco

Negli ultimi mesi si sono succedute una serie di iniziative quali convegni, giornate di lavoro, pubblicazioni, ricerche di mercato sulle tecnologie RFID e sul loro impatto sul sistema economico nazionale. L'interesse crescente verso questa tecnologia deriva dalla sua natura, in grado di assegnare un identificatore univoco e universale a ogni singolo oggetto, animale e persona e di farlo acquisire in modo automatico da apparati a radiofrequenza, in modo simultaneo e senza visibilità diretta.

In questo senso viene a realizzarsi una reale connessione del mondo fisico e “analogico” degli oggetti con il mondo digitale dei dati e della loro elaborazione. I campi di applicazione risultano potenzialmente illimitati così come illimitati sembrano i benefici ottenibili dalle organizzazioni e dal sistema economico nel suo complesso.

Ciò nonostante, alle previsioni ottimistiche degli ultimi anni non è corrisposto uno sviluppo del mercato, soprattutto in Italia, pari alle aspettative. Scopo del presente Libro Bianco è quello di delineare una serie di possibili interventi che le istituzioni e le associazioni imprenditoriali sono in grado già da oggi di mettere in campo per passare, in un certo senso, dalle parole ai fatti.

Il testo si articola in due parti:

- la prima, di carattere tecnologico, testimonia da un lato la ricchezza delle tecnologie disponibili, dall'altro le applicazioni attuali e futuribili.
- la seconda, invece, tratta alcuni aspetti economici e di mercato.

Di seguito vengono riportati i risultati più significativi emersi.

Tecnologia RFID e principali applicazioni

In questa parte sono state discusse in modo dettagliato le caratteristiche della tecnologia RFID e delle sue principali aree di applicazione. In particolare, è stata inizialmente analizzata la tecnologia dei TAG e dei reader a partire dalla distinzione fra tecnologie passive per applicazioni massive

a basso costo, e quelle attive e semi-passive per applicazione evolute. Successivamente sono state discusse le tecniche di modulazione, le bande di frequenza sulle quali si opera, le capacità e le caratteristiche di memoria, le tecniche di comunicazione. Sono state poi presentate e discusse ulteriori tecnologie di prossimità in qualche modo “contigue” alle applicazioni RFID, quali le tecniche UWB (Ultra Wideband), RFID a standard WiFi, ZigBee, Wibree, NFC (Near Field Communication), effettuando una loro valutazione comparativa.

Una parte importante del lavoro è stato dedicata agli standard e ai protocolli di comunicazione comparando la situazione in Europa, negli Stati Uniti e nel resto del mondo.

Infine è stata discussa nel dettaglio la normativa per l’allocazione in frequenza in Italia e sono stati operati alcuni confronti internazionali.

A questo proposito, va osservato che, ad oggi, alcune bande di frequenza (generalmente LF e HF) sono accettate in tutto il pianeta. Un esempio per tutti è la banda dei 13,56 MHz, usata da molti TAG passivi incorporati essenzialmente nelle smart card per il controllo accessi, identificazione e pagamenti, ma anche nelle etichette associate a oggetti, quali controllo bagagli, lavanderie, biblioteche.

Per le altre bande di frequenza, specie per quelle UHF di uso più recente, le allocazioni sono differenti da Paese a Paese.

L’Italia si presenta con varie anomalie rispetto all’Europa; quella che desta maggiore ansietà nel mondo della produzione riguarda la banda UHF, in cui operano sia TAG passivi che attivi molto impiegati nella logistica.

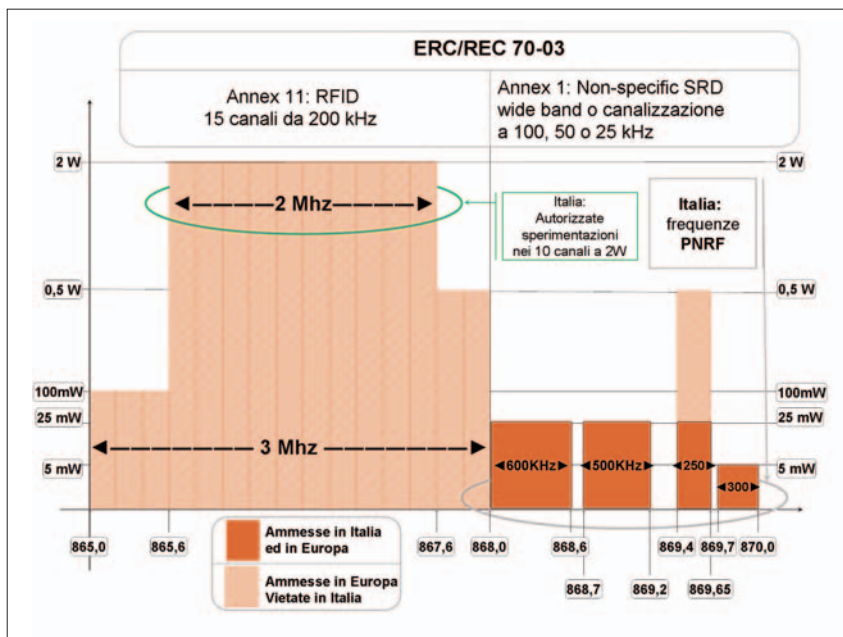
Tale criticità deriva dalla coincidenza di due eventi:

- l’affermazione sul mercato mondiale dei nuovi TAG RFID passivi “Generation2”, i maggiori candidati all’applicazione massiva sui singoli oggetti (corrispondente alla produzione di centinaia di miliardi di TAG da parte dell’industria);
- il non totale recepimento (almeno fino ad ora) delle raccomandazioni europee sull’uso delle bande di frequenza per applicazioni RFID (in particolare l’annesso 11 della CEPT ERG/REC 70-03).

Come si può notare dalla figura sottostante, il PNRF prevede infatti che:

- la banda 865,0-868,0 sia gestita dal Ministero della Difesa e attribuita

- ad uso fisso e mobile per scopi militari; si tratta della banda di elezione per i TAG passivi “Generation2”;
- il profilo della potenza massima della banda 869,4-869,65 risulta pari a 25 mW e.r.p. invece dei 500 previsti dall’Annesso 1 della ERC/REC 70-03; si tratta di una banda in cui operano, tra l’altro, vari tipi di TAG attivi usati in logistica.



Aspetti economici e di mercato

A partire da una ricognizione delle ricerche di mercato più significative realizzate nel corso del 2005 e 2006, è stata condotta un’analisi del mercato italiano focalizzato sul versante dell’offerta (produttori e distributori di tecnologie RFID).

Dai dati emerge che per le imprese di produzione e di distribuzione, e quindi per la parte più significativa del mercato, non si è ancora in presenza di una percezione “media” circa la reale consistenza del mercato.

Come tutti i mercati allo stato nascente, sembra prevalere una visione

molto differenziata sulla sua effettiva dimensione: coesistono stime che vanno da pochi milioni di euro fino a oltre 80 milioni.

Emerge però con chiarezza un dato medio di mercato per l'Italia intorno ai 15 milioni di euro, che purtroppo non colloca la nostra nazione fra quelle più attive neanche nel solo ambito europeo.

Questo fatto è dovuto sicuramente dalla presenza contemporanea di aziende che già lavorano attivamente nel campo RFID e aziende che ancora “stanno annusando” le opportunità e che non sono in grado di fornire valutazioni sufficientemente realistiche.

Un concausa non trascurabile è anche l'anomalia normativa di cui si è detto.

In particolare, pur con tutti i limiti che una tale analisi comporta, va osservato che le dimensioni complessive del mercato (sia come valutazione globale sia come somma dei fatturati) risultano inferiori rispetto a valutazioni più ottimistiche effettuate nei mesi scorsi; tale dato sembra anche confermato dal valore piuttosto esiguo dei fatturati medi delle aziende considerate nel campione (inferiore ai 500.000 euro).

Prevale, comunque, una aspettativa positiva circa l'evoluzione futura del mercato: il complesso delle aziende considerate nel campione stima un incremento di fatturato per il triennio 2006-2008 di circa il 200%.

Al fine di individuare i possibili driver in grado di far compiere al sistema produttivo un reale salto di qualità dalla fase di sperimentazione a quella di adozione di soluzioni RFID, è stata effettuata una breve ricognizione delle applicazioni sviluppate in Italia in questi ultimi due anni¹.

Alla discussione di questi aspetti è poi seguita una breve riflessione del rapporto fra le tecnologie RFID e l'impresa digitale: sarà proprio quest'ultima in grado di cogliere le potenzialità in termini di “business process” e di promuoverne l'adozione. Proprio sul tema dell'impatto della tecnologia RFID sulla filiera è stato brevemente discusso il caso della filiera della carne bovina, una delle filiere più interessanti della più estesa filiera agro-alimentare.

Infine, è stato discusso, anche a partire dai risultati dell'indagine sull'offerta, il ruolo delle istituzioni e delle associazioni nell'individuare e attivare possibili driver in grado di moltiplicare ulteriormente il mercato.

¹ L'analisi, condotta a partire da un recente studio (giugno 2006) svolto dall'Osservatorio RFID del Politecnico di Milano, mostra da un lato la ricchezza dei campi applicativi, dall'altro il basso valore medio dei progetti (buona parte di esse inferiori ai 50.000 euro) e la scarsissima presenza di soluzioni di filiera.

Azioni proposte

La prima azione è quella volta a recepire la normativa europea in merito all'utilizzazione delle frequenze UHF. Questo fatto, in termini di mercato, può rivestire un'importanza decisiva, soprattutto con riferimento alla logistica.

Basti considerare come i due più importanti leader mondiali del mercato dell'identificazione automatica e RFID abbiano in Italia, con questa ultima tecnologia, fatturati di gran lunga inferiori rispetto agli altri Paesi del mondo, per l'impossibilità di commercializzare soluzioni altrove già usate con successo. E d'altro lato, sul fronte della domanda, occorre considerare che operatori di diverse filiere produttive sarebbero già disposti ad investire importanti risorse in tali tecnologie, guadagnandone in produttività e competitività, se potessero adottare tali soluzioni.

Un'azione regolatoria "liberalizzatrice" da parte del Governo costituirebbe, in questo senso, il primo passo di una più generale strategia di intervento.

La seconda azione è quella volta al sostegno degli enti aggregatori nella filiera dell'offerta. Anche nel caso delle tecnologie RFID vale l'affermazione che la dotazione di tecnologie in sé e per sé non è un indice di successo, lo diventa solo se si traduce in migliori risultati per l'impresa. Questo sposta il piano dagli aspetti tecnologici a quelli più squisitamente organizzativi e culturali. Siamo di fronte a una richiesta di "mediazione culturale" da parte della domanda, soprattutto da parte delle piccole e delle micro imprese, a cui il sistema complessivo dell'offerta, in particolare gli enti aggregatori, deve cercare di fornire una risposta praticabile.

Gli "enti aggregatori" dell'offerta possono assumere diverse configurazioni: società di servizi, venditori di hardware e software, sviluppatori di software, associazioni. In quanto integratori di differenti tecnologie informatiche e servizi di telecomunicazione, vengono a giocare un ruolo fondamentale perché conoscono i particolari processi di business dei loro clienti e sono in grado di veicolare, come valore aggiunto, tutti i servizi RFID che permettono di ottimizzarli. In questa prospettiva, le applicazioni RFID diventano componenti di un progetto, un valore aggiunto di

volta in volta a un progetto informatico o di telecomunicazioni ovvero a un servizio applicativo; di conseguenza, non devono più essere considerate e vendute come “servizi a sé stanti” così come il valore medio dei progetti RFID in corso in Italia sembra dimostrare.

Vanno pertanto individuate una serie di iniziative atte a promuovere maggiormente queste soluzioni. In particolare, va sostenuto lo sforzo cui è chiamato il canale di vendita nel “ripensare se stesso”, aggiungendo alla sua competenza tradizionale (vendere prodotti “chiavi in mano”) competenze di natura “consulenziale” a largo raggio, orientate a tutte le fasi del processo di adozione delle tecnologie RFID realmente integrate con i sistemi informativi aziendali.

La terza azione è quella volta a promuovere le tecnologie RFID attraverso incentivi di filiera.

L'identificazione degli oggetti, infatti, di cui gli RFID sono solo l'espressione più moderna, non è una tecnologia “aziendale” ma “di filiera”. Solo ripartendo i costi sull'intera filiera e, soprattutto condividendo lungo tutta questa le particolari tecnologie impiegate e le informazioni sugli oggetti, è possibile creare un modello economico credibile in cui ad inevitabili costi aggiuntivi si contrappongono allettanti benefici. Basterà, a questo proposito, citare l'esempio ben noto dei codici a barre.

In un'ottica di filiera, il fattore dimensionale ha un'importanza relativa nel determinare il successo di un'impresa. Sembra invece esistere una correlazione forte tra la capacità di un sistema industriale di piccole e medie dimensioni di essere competitivo e la capacità di collegamento a rete tra le imprese di differenti dimensioni.

In questo senso il ruolo delle tecnologie RFID appare decisivo, a partire dalle applicazioni di logistica integrata. L'attuale configurazione del sistema produttivo centrata da un lato su una miriade di piccole e micro realtà imprenditoriali, ma dall'altro su alcune aree di eccellenza di natura distrettuale, può rappresentare un asset assai interessante in termini di sistema Paese.

È ormai noto da tempo, a partire dai pionieristici studi sui distretti industriali, che le imprese con maggiore propensione a misurarsi con le

tecnologie mostrano una maggiore tensione verso modelli organizzativi, quali gruppi, consorzi, distretti, tendenti a superare i punti di debolezza delle piccole dimensioni attraverso l'integrazione e i legami a rete tra imprese, con un impatto su tutte le funzioni aziendali e sui rapporti con i mercati. Sul piano reale, queste imprese presentano una maggiore produttività, una più elevata redditività, una maggiore competitività anche nei mercati esteri, un più facile accesso agli incentivi finanziari e fiscali.

L'utilizzo di tecnologie RFID potrebbe inserirsi a pieno titolo fra quelle più promettenti in vista della competizione globale. In questo senso, azioni mirate a costruire sperimentazioni di filiera o di distretto dovrebbero essere incentivate e guardate con attenzione dai vertici istituzionali.



RFID TECNOLOGIA E APPLICAZIONI

Fondamenti delle tecniche e cenni sulle applicazioni
di una tecnologia silenziosamente pervasiva

Paolo Talone
Giuseppe Russo
Fondazione Ugo Bordoni

Revisione sezioni tecniche:
Carlo Medaglia, RFID LAB e CATTID

Revisione sezione allocazione frequenze:
Francesco Troisi, Ministero delle Comunicazioni

Collaborazione alla Parte I e documentazione fotografica:
Ubaldo Montanari, AIM e Gruppo di lavoro Federcomin



Ministero delle Comunicazioni



SOMMARIO

PARTE 1 – INTRODUZIONE AGLI RFID	37
I.1 Nozioni preliminari	39
I.1.1 Generalità e Storia	39
I.1.2 Componenti del sistema	39
I.1.3 I TAG	40
I.1.4 I Reader	43
I.1.5 Le applicazioni	44
1.5.1 La catena di distribuzione	45
I.1.6 Le frequenze	47
I.1.7 Ciclo di vita dei TAG e Privacy	49
I.1.8 Sicurezza	50
I.2 Standard dei TAG	51
I.3 Classificazione dei TAG per Frequenze/Tecnologie	53
I.3.1 TAG induttivi LF - 120÷145 kHz	53
I.3.2 TAG induttivi HF - 13,56 MHz	54
I.3.3 TAG elettromagnetici UHF media - 860÷950 MHz	56
I.3.4 TAG elettromagnetici UHF alta e SHF banda 2,4 GHz	58
I.4 Classificazione dei TAG per Standard/Frequenze/Applicazioni	59
I.4.1 Identificazione di animali	60
I.4.2 Logistica ed identificazione di oggetti	60
I.4.3 Carte elettroniche senza contatto	61
I.4.4 Near Field Communication (NFC)	62
I.4.5 Tabella di confronto tra smart card senza contatto, NFC e TAG RFID	65
I.4.6 Tabella di confronto di TAG per Frequenze operative/Standard	66
4.6.1 Altre frequenze	67
I.4.7 Tabella di confronto di TAG per Frequenze/Prestazioni	67
I.4.8 Dimensioni di memoria / funzionalità del TAG	68
I.4.9 Distribuzione dei sistemi nelle frequenze	68
I.4.10 Costi e Prospettive Economiche	69
I.4.11 Criticità e Opportunità per lo sviluppo	72

PARTE II – TECNOLOGIA RFID	77
II.1 Categorizzazione dei TAG	79
II.1.1 TAG passivi	79
II.1.2 TAG semi-passivi	80
II.1.3 TAG attivi	81
II.2 Accoppiamento TAG-Reader nei sistemi passivi	82
II.2.1 TAG passivi (LF ed HF)	84
II.2.2 TAG passivi ad alta frequenza (UHF ed SHF)	86
2.2.1 L'effetto Scattering	86
2.2.2 Modalità operativa	86
II.3 Antenne nei sistemi RFID	89
II.3.1 Orientamento e polarizzazione del segnale	89
II.3.2 Antenne per i TAG ad accoppiamento elettromagnetico	90
3.2.1 Materiali per antenne di TAG passivi	92
II.3.3 Antenne per Reader di TAG passivi	93
3.3.1 Polarizzazione delle antenne del Reader	95
II.4 Tecnologie per Reader di TAG passivi	96
II.4.1 Ricevitori nei Reader per TAG passivi.	98
II.4.2 Distanze operative Reader =>TAG passivi	99
II.5 Tecnologie per TAG passivi	101
II.5.1 Memorie per TAG	101
II.5.2 Contenitori per TAG ed assemblaggio	102
5.2.1 Stampanti di etichette RFID	106
II.6 Parametri per la scelta di un TAG	107
II.7 Problematiche di sicurezza nei sistemi RFID	108
II.7.1 Minacce alla sicurezza (Threats)	108
7.1.1 Intercettazioni (Eavesdropping)	108
7.1.2 Disturbo della comunicazione (Data Corruption)	109
7.1.3 Alterazione dei dati (Data Modification)	110
7.1.4 Inserimento di falsi messaggi (Data Insertion)	112
7.1.5 Attacco del terzo estraneo (Man-in-the-Middle-Attack)	112
II.7.2 Applicazioni delle tecniche fraudolente	114

	7.2.1 Tracciamento illecito	114
	7.2.2 Clonazione o furto degli ID	114
	7.2.3 Violazione della privacy	115
	II.7.3 Sicurezza dei sistemi vs. condizioni ambientali	116
II.8	Tecniche di sicurezza nei sistemi RFID	119
	II.8.1 Disabilitazione totale (Killing) o parziale (Clipping) dei TAG	119
	II.8.2 Autenticazione	120
	8.2.1 Tag a Chiave Simmetrica	123
	II.8.3 Criptazione dei dati – Allestimento di un “Canale Sicuro”	124
	8.3.1 Una proposta per lo scambio di chiavi	126
	II.8.4 Sicurezza nei TAG Gen2	128
II.9	Infrastrutture informative per sistemi RFID	129
	PARTE III – CODIFICHE E MODULAZIONI NEI SISTEMI RFID	133
III.1	Codifica dei dati	135
	III.1.1 Codifica Manchester	136
	III.1.2 Codifica PIE	137
	III.1.3 Codifiche Miller e FM0	137
III.2	Tecniche di modulazione dei sistemi passivi	138
	III.2.1 Principali tecniche di modulazione	140
	2.1.1 Tecniche DSB-ASK e SSB-ASK (banda laterale doppia e banda laterale unica)	140
	2.1.2 Tecnica PR-ASK	141
	III.2.2 Modulazione Reader =>TAG	142
	III.2.3 Ricezione nel TAG	143
	III.2.4 Modulazione TAG =>Reader	145
	2.4.1 Risposte dei TAG (in banda e fuori banda)	147
	2.4.2 Sistemi FDX, HDX e SEQ	148
III.3	Comunicazione Reader <=> TAG	150
	III.3.1 Tecniche di sincronizzazione tra TAG	151
	3.1.1 Etichette intelligenti ed esplosione dei dati	151

III.3.2	Protocolli anti collisione - Tecniche	152
3.2.1	Protocolli anti collisione - Standard	154
3.2.2	Tecniche avanzate di identificazione in ambiente di Reader multipli	155
III.3.3	Tecniche di interrogazione del Reader: Listen Before Talk vs. Frequency Hopping	157
3.3.1	Listen Before Talk & Adaptive Frequency Agility	157
3.3.2	Frequency Hopping	158
3.3.3	Occupazione del canale radio: la tecnica del “Duty Cycle”	159
 PARTE IV – ULTERIORI TECNOLOGIE DI PROSSIMITÀ		163
IV.1	Tecniche a banda larga e dispersione di spettro	165
IV.1.1	Cenni sui sistemi a dispersione di spettro	165
IV.1.2	Generalità sui sistemi a banda ultra larga	168
IV.1.3	High bitrate PAN	170
IV.1.4	Direct Sequence UWB (UWB Forum) [22]	171
IV.1.5	Multi-band Orthogonal Frequency Division Multiplexing (WiMedia Alliance)[23]	172
IV.1.6	Applicazioni a TAG passivi RFID	174
IV.1.7	Applicazioni a TAG attivi RFID	175
1.7.1	Applicazioni italiane UWB	175
IV.2	RFID a 2,45 GHz ed RFID a standard WiFi	177
IV.3	Wibree	178
IV.4	ZigBee	180
IV.4.1	Tecnologia	182
IV.4.2	Architettura e stack protocollare delle reti ZigBee	184
IV.5	Near-Field-Communication (NFC)	187
IV.5.1	Standard	188
IV.5.2	Tecnologia	190
IV.5.3	Applicazioni	192
5.3.1	Informazioni su oggetti	193

5.3.2 Ticketing / Micro Pagamenti	193
5.3.3 Accoppiamento di apparati (Device Pairing) . . .	195
IV.6 Tecnologie wireless a confronto	196
PARTE V - STANDARD E PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE	197
V.1 Normativa per le interfacce di comunicazione	199
V.1.1 La standardizzazione delle interfacce di comunicazione	199
V.1.2 Applicazioni open loop vs. closed loop	200
V.1.3 Gli Enti di normazione	201
1.3.1 Situazione in Europa	202
1.3.2 Situazione in USA	202
1.3.3 Situazione in Cina	202
V.1.4 La normativa ISO ed EPCglobal	203
V.1.5 Standard EPCglobal e loro evoluzione	205
V.1.6 La normativa globale ISO/IEC 18000	207
V.1.7 I TAG UHF Gen2	208
PARTE VI - ALLOCAZIONE IN FREQUENZA	217
VI.1 Normativa mondiale	219
VI.1.1 Situazione nelle bande di frequenza LF ed HF	221
VI.1.2 Situazione nelle bande di frequenza in UHF	
media: organismi territoriali	221
1.2.1 Normativa mondiale delle bande UHF	223
VI.2 Normativa europea	224
VI.2.1 ERC/REC 70-03 - Annesso 9 “Inductive applications”	226
VI.2.2 ERC/REC 70-03 - Annesso 1 “Non-specific short range devices”	229
VI.2.3 ERC/REC 70-03 - Annesso 11 “Radio frequency identification applications”	232
VI.2.4 Decisioni dell’European Radiocommunications Committee	235
VI.2.5 Standard ETSI	236

VI.3 Normativa nazionale	237
VI.3.1 Principali bande RFID nazionali	238
3.1.1 Bande in LF (9kHz - 135 kHz)	238
3.1.2 Banda in HF (centrata su 13,56 MHz)	239
3.1.3 Bande in UHF media (865÷870 MHz)	241
VI.3.2 Esempi di bande in cui sono consentiti SRD	
per uso non specifico	245
3.2.1 Banda UHF bassa (433÷435 MHz)	245
3.2.2 Banda 2,4 GHz (UHF alta)	246
3.2.3 Banda 5,8 GHz (SHF)	249
VI.3.3 Sperimentazioni Ultra Wide Band - Banda 6÷8,5 GHz	250
PARTE VII - APPENDICI E BIBLIOGRAFIA	253
VII.1 Appendice A – Potenze di emissione a RF:	
ERP vs. EIRP	255
VII.2 Appendice B – Identificativi delle merci:	
EPC vs. Codice a barre	255
VII.2.1 Il codice EPC (Electronic Product Code)	255
VII.2.2 I Codici a barre	257
2.2.1 Codici a barre monodimensionali	257
2.2.2 Codici a barre bidimensionali	258
VII.2.3 EPC vs. Codici a barre	263
VII.3 Appendice C – Compendio degli standard EPCglobal ed ISO ed ECMA	267
VII.3.1 Norme EPCglobal	267
3.1.1 EPCglobal Specifications	267
3.1.2 Ratified EPCglobal Standards	268
VII.3.2 Standard ISO normative	269
3.2.1 Tecniche di sicurezza	269
3.2.2 Identificazione di animali	272
3.2.3 Carte elettroniche senza contatto	273
3.2.4 Integrated circuit(s) cards	273
3.2.5 Close-coupled cards	275

3.2.6 Proximity cards	275
3.2.7 Vicinity cards	276
3.2.8 Standard proprietari per carte senza contatto	277
VII.3.3 ISO/ECMA normative su NFC	277
VII.3.4 ISO normative su RFID	280
VII.3.5 ISO normativa su applicazioni degli RFID	285
VII.3.6 Altre normative su applicazioni degli RFID	286
VII.3.7 Standard ECMA su UWB (Multi Band OFDM)	286
VII.4 Bibliografia	287
VII.4.1 Riferimenti per tecnologia RFID (esclusi standard ISO, EPCglobal, ECMA, ecc.)	287
VII.4.2 Riferimenti per allocazione in frequenza	291
4.2.1 Riferimenti generali	291
4.2.2 Decisioni ERC	292
4.2.3 Standard ETSI	293
4.2.4 Riferimenti per UWB (FCC, ITU-r, CEPT, escluso Dec ERC)	294

PARTE I

INTRODUZIONE AGLI RFID

Questa parte si caratterizza come una sezione introduttiva, dedicata al lettore con meno dimestichezza con le tecnologie RFID.

Vengono introdotte tutte le problematiche tecniche che verranno poi approfondite nelle altre parti del libro.

La parte si presta pertanto anche ad una lettura indipendente dal prosieguo del testo, dopo la quale è possibile passare direttamente alle problematiche frequenziali o a quelle economiche.

Vengono illustrati:

- Le nozioni preliminari su TAG, Reader e sistemi RFID*
- Categorizzazione tecnologica degli apparati RFID*
- Applicazioni dei sistemi RFID e sicurezza*
- Standard tecnologici ed allocazione delle frequenze*
- Costi della tecnologia e prospettive economiche*

PARTE II

TECNOLOGIA RFID

In questa parte vengono illustrati gli aspetti realizzativi attinenti a TAG e Reader. Essenzialmente per quanto riguarda:

- ❑ *Categorizzazione di base nella tecnologia RFID, che si fonda
 - sulla tipologia di alimentazione che porta a distinguere i TAG tra passivi, semi passivi e attivi;
 - sui principi fisici della comunicazione tra TAG e Reader che porta a distinguere tra TAG ad accoppiamento induttivo o elettromagnetico.*
- ❑ *Antenne e conseguenti problemi di orientamento e polarizzazione, che influiscono significativamente sulle prestazioni del sistema.*
- ❑ *Caratteristiche di memoria e contenitori di TAG, che giocano un ruolo di primo piano nel progetto delle applicazioni.*
- ❑ *Aspetti di sicurezza, recentemente molto discussi e che potrebbero costituire un fattore ostativo per la diffusione massiva degli RFID negli articoli destinati alla vendita al pubblico.*
- ❑ *Architettura dei sistemi RFID, che rappresenta un modello di ambiente per lo sviluppo delle applicazioni.*

PARTE III

CODIFICHE E MODULAZIONI NEI SISTEMI RFID

Si tratta di una parte dedicata ad approfondimenti tecnologici, che presuppone conoscenze di base nelle tecnologie impiegate per la trasmissione radio. Vengono pertanto illustrati alcuni aspetti tecnici della radiocomunicazione tra TAG e Reader:

- ❑ Codifica dei dati, ovvero il modo di generare un segnale binario a partire dai dati che il dispositivo (TAG o Reader) ha in memoria. Vengono trattate anche tecniche che sfruttano la codifica per ottenere trasferimento di potenza o particolari effetti nelle modulazioni del segnale radio.*
- ❑ Tecniche di modulazione dei segnali radio, con particolare riguardo a sistemi rivolti a TAG passivi che richiedono accortezze particolari. Vengono anche forniti cenni sulla struttura dei ricevitori.*
- ❑ Tecniche di interrogazione del Reader e tecniche di risposta dei TAG (Protocolli anti collisione). Vengono anche trattati metodi di sincronizzazione tra interrogazioni e risposte, specie nei casi in cui molti TAG e diversi Reader condividono la medesima distanza operativa.*

PARTE IV

ULTERIORI TECNOLOGIE DI PROSSIMITÀ

In questa parte sono presentate alcune tecnologie in qualche modo “contigue” alle applicazioni RFID. Queste tecnologie hanno in comune tra loro la radiocomunicazione “di prossimità”, differiscono invece per le applicazioni per le quali sono state progettate.

Si tratta essenzialmente di due gruppi:

- ❑ *RFID con tecnologie UWB (Ultra Wideband), RFID a standard WiFi, apparati NFC (Near Field Communication).*

Si tratta di tecnologie a tutti gli effetti impiegate per applicazioni RFID, ma non illustrate in precedenza per non appesantire la trattazione, centrata sulle tecnologie impiegate nei sistemi a larga diffusione.

- ❑ *ZigBee e Wibree.*

Si tratta di tecnologie pensate per applicazioni differenti da RFID, ma che, per le loro caratteristiche intrinseche, potrebbero essere impiegate come TAG attivi ad alte prestazioni, offrendo anche caratteristiche particolarmente innovative.

Valgano come esempio le reti “mesh” realizzabili con ZigBee.

PARTE V

STANDARD E PROTOCOLLI DI COMUNICAZIONE

Questa parte è dedicata agli standard di comunicazione, problema di fondamentale importanza per la tecnologia RFID, come per tutte le applicazioni che richiedono interoperabilità tra entità diverse ed intercambiabilità tra apparati di differenti costruttori.

L'articolazione della Parte V è la seguente:

- ❑ Vengono introdotte dapprima le problematiche internazionali, con particolare attenzione alle diverse condizioni operative nei consorzi privati (EPCglobal) e negli enti pubblici di normativa (ISO), fornendo anche un quadro internazionale degli enti ed associazioni collegate*
- ❑ Successivamente viene illustrata la normativa prodotta dai due grandi enti ISO ed EPCglobal, con particolare interesse per i nuovi TAG RFID passivi "Generation2", i maggiori candidati all'applicazione massiva sui singoli oggetti (corrispondente alla produzione di centinaia di miliardi di TAG da parte dell'industria)*

PARTE VI

ALLOCAZIONE IN FREQUENZA

Questa parte è dedicata a problemi di fondamentale importanza per la tecnologia RFID, come per tutte quelle basate sulla radiofrequenza:

- L'allocazione delle bande dello spettro radio alle applicazioni RFID*
- Le potenze consentite nella trasmissione radio.*

L'articolazione della Parte VI è la seguente:

- *Vengono introdotte dapprima le problematiche internazionali, con particolare attenzione alle diverse condizioni operative in Europa e negli Stati Uniti.*
- *Successivamente viene illustrata la normativa europea, ponendo attenzione alle discrepanze con quella nazionale, che destano ansietà nel mondo della produzione.*
- *Infine viene illustrata nel dettaglio la normativa nazionale che fa capo al "Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze", ponendo l'accento su alcune anomalie nell'assegnazione della banda UHF, maggiore candidata ad ospitare applicazioni massive e di nuova generazione per l'identificazione dei singoli oggetti.*

ASPETTI ECONOMICI E DI MERCATO

di Giacinto Matarazzo
Fondazione Ugo Bordoni

Gruppo di lavoro:

- Ubaldo Montanari, AIM Italia
- Franco Musiari, Segretario AIM Italia
- Enrico Nicolò, Fondazione Ugo Bordoni
- Maria Lodovica Zoccolotti, Fondazione Ugo Bordoni

Collaborazioni:

- AIM Italia
- Federcomin
- Consorzio Qualità Carne Bovina

INDICE

Introduzione	301
La difficile valutazione del mercato	302
Il settore RFID in Italia: analisi dell'offerta	308
La mappa delle principali applicazioni in Italia	320
RFID e impresa digitale	331
RFID e tracciabilità: la filiera della carne bovina	336
Conclusioni: quale ruolo per le istituzioni e le associazioni?	347
Riferimenti bibliografici	354