

introduzione alla tecnologia delle
etichette intelligenti

A cura di AIM Italia
per



PREFAZIONE	5
AIM ITALIA	7
CHE COS'È UN SISTEMA PER L'IDENTIFICAZIONE AUTOMATICA?	7
LA CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PER AIDC	9
1. RFID: NOZIONI DI BASE.....	11
1.1. LA STRUTTURA	11
1.2. TAG ATTIVI, PASSIVI E SEMI-PASSIVI.....	13
1.3. TAG A SOLA LETTURA (R/O), RISCIVIBILI (R/W) o WORM	15
1.4. MECCANISMI DI ANTI-COLLISIONE.....	17
1.5. ANTENNE.....	17
1.6. LETTORI	19
2. I VANTAGGI DELLA TECNOLOGIA.....	21
2.1. NON È RICHIESTA LA VISIBILITÀ DIRETTA	21
2.2. LETTURE MULTIPLE E SIMULTANEE.....	23
2.3. RAGGIO DI LETTURA.....	24
2.4. CAPACITÀ DI TRASPORTO DATI.....	24
2.5. CAPACITÀ DI LETTURA/SCRITTURA	25
2.6. VITA E SOPRAVVIVENZA.....	26
3. CENNI DI RADIOFREQUENZA	29
3.1. ACCOPPIAMENTO INDUTTIVO	30
3.2. ACCOPPIAMENTO ELETTRIMAGNETICO.....	33
3.3. RIFLESSIONE, RIFRAZIONE E DIFFRAZIONE	36
3.4. FREQUENZA PORTANTE, MODULAZIONE, BANDA,	38
3.5. VELOCITÀ DI TRASFERIMENTO DEI DATI	39
4. LE FREQUENZE	41
4.1. LF – BASSA FREQUENZA: 120-145 KHz.....	42
4.2. HF - ALTA FREQUENZA: 13,56 MHz	45
4.3. UHF: 860 - 950 MHz.....	48
4.4. MICROONDE: 2,4 E 5,8 GHz.....	51
4.5. IL DOCUMENTO ETSI EN302-208	53
5. GLI STANDARD.....	55
5.1. CHE COSA È UNO STANDARD?	55
5.2. GLI ENTI STANDARDIZZATORI.....	57
5.3. GLI STANDARD ISO	58
5.4. EPC GLOBAL	59
5.5. L'ELECTRONIC PRODUCT CODE	62

5.4. ALTRE ORGANIZZAZIONI CHE GENERANO NORME E STANDARD	64
6. LE ETICHETTE INTELLIGENTI.....	65
6.1. ANATOMIA DI UNA ETICHETTA INTELLIGENTE	65
6.2. COSA C'È DI COSÌ INTELLIGENTE IN UNA ETICHETTA INTELLIGENTE?	67
6.3. STAMPARE LE ETICHETTE INTELLIGENTI	67
6.4. DOVE E COME COLLOCARE LE ETICHETTE.....	70
6.5. QUANTO COSTA UNA ETICHETTA INTELLIGENTE?	71
6.6. E SE IL PREZZO NON È 5¢ ?	72
7. RFID: IL GRANDE FRATELLO – UN TIMORE INFONDATA.....	75
CASE HISTORY	78
• RFID PER LA LOGISTICA JUST-IN-TIME DI ABB OY	79
• RFID INTEGRATA CON SUCCESSO NEI SISTEMI DI DISTRIBUZIONE CENTRALIZZATA DEI FARMACI NELLE STRUTTURE OSPEDALIERE	83
• TRACCIABILITÀ CON RFID E MOBILE COMPUTING ON-LINE NEI PROCESSI LOGISTICI DI MAGAZZINO CON SAP WEB APPLICATION SERVER.	87
FAQ – LE DOMANDE PIÙ FREQUENTI.	90
APPENDICE - SITI DI INTERESSE	93

Prefazione

Da quando Wal-Mart verso la fine del 2003 ha annunciato l'iniziativa che prevedeva l'uso dell'RFID lungo la sua filiera di fornitura chiedendo ai suoi 100 fornitori più importanti di adeguarvisi a partire dall'inizio del 2005 sono improvvisamente cambiate le regole del gioco. Ma soprattutto l'attenzione verso l'RFID da parte della stampa specializzata e non, di organizzatori di convegni e seminari e di chi fa comunicazione in genere è diventata a dir poco esasperata. In questi due anni di questa tecnologia si è detto 'tutto' e 'il contrario di tutto' pur di cavalcare la frenetica attenzione che l'argomento richiama. Ma quello che si è osservato è la reale mancanza di informazioni pratiche raccolte in un unico manuale.


Quello che questa dispensa vuole fare è cercare di trasferire al lettore le conoscenze di base di questa tecnologia ma senza assurdi approfondimenti tecnologici dettagliati da formule astruse.

Chiarire gli aspetti fondamentali della tecnologia, analizzandone pro e contro e senza dimenticare alcuni aspetti commerciali, può aiutare, chi deve compiere delle scelte, a farlo con cognizione di causa e avendo le informazioni di base per proseguire quindi in un suo proprio percorso di approfondimento.

Un'altro obiettivo che vorremmo raggiungere è quello di sfatare alcuni miti che si sono consolidati grazie ad una divulgazione pseudo-scientifica e che possono far nascere aspettative che potrebbero andare deluse o diffidenze che non hanno motivazione di esistere.

Nei primi capitoli si è cercato di fornire le informazioni di base della tecnologia andando via via ad approfondire i diversi aspetti di dettaglio.



I paragrafi che riportano il simbolo  sono di ulteriore approfondimento di alcuni aspetti e, per un lettore che voglia cogliere solamente i fondamentali della tecnologia, possono essere superati.

Si è ovviamente cercato di fornire informazioni il più accurate possibili facendo riferimento allo scenario in essere al momento della stesura ma la velocità con cui la tecnologia evolve potrebbe rendere imprecise alcune delle considerazioni fatte, ce ne scusiamo in anticipo con i lettori.

Un ringraziamento particolare al Dottor Carlo Gagliardi, Presidente AIM Italia, che ha creduto nel progetto e ad Ubaldo Montanari, esperto di lungo corso di RFID, che si è preso l'onere di correggerla

*Franco Musiari
franco_musiari@yahoo.it*

AIM Italia

AIM Italia è l'associazione che raccoglie i principali fornitori di sistemi per l'Identificazione Automatica e Raccolta Dati - normalmente nota come **AIDC** (Automatic Identification & Data Capture) – e si pone come obiettivo la diffusione delle tecnologie relative e, soprattutto, dei vantaggi che ne derivano, oltre ad essere un tavolo presso cui gli associati si scambiano pareri, impressioni e si pongono obiettivi comuni.

AIM Italia è l'estensione italiana di AIM Global, l'associazione internazionale che persegue gli stessi obiettivi a livello mondiale e che aggiunge a questi il contatto proattivo con tutti gli organismi internazionali che si preoccupano della standardizzazione degli aspetti operativi dell'identificazione automatica portando a questi organi decisionali il parere rappresentato dall'esperienza di migliaia di associati.

La serie "Le Dispense di AIM" si prefigge quindi, come primo obiettivo, di svolgere la missione base dell'associazione: creare cultura sulle diverse tecnologie del settore cercando di dare le basi conoscitive a chi fosse interessato a fare un primo passo verso questo settore.

Nelle pagine seguenti si vuole quindi dare una panoramica delle diverse tecnologie che sono coinvolte nell'identificazione automatica per consentire una prima valutazione delle potenzialità che queste possono offrire nella soluzione di migliaia di problematiche che giornalmente si affrontano.

Che cos'è un sistema per l'identificazione automatica?

"Identificare" vuol dire assegnare un'identità univoca ad una persona o riconoscere e distinguere una cosa all'interno di un universo di oggetti equivalenti e simili ma non uguali.

"Automatico" è qualcosa che avviene senza l'intervento umano ma grazie all'intervento di apparecchiature opportunamente programmate.

Quindi un qualsiasi sistema che sia utilizzabile per l'identificazione e/o la raccolta di dati realizzata in maniera automatica, sicura ed affidabile senza l'intervento manuale di un operatore e normalmente, ma non necessariamente, collegato ad un sistema informativo più ampio può essere considerato parte dell'AIDC.

Un sistema per l'identificazione automatica è normalmente costituito da tre elementi che non necessariamente devono essere presenti contemporaneamente:

- il soggetto che deve essere identificato e che è portatore, attivo o passivo, delle informazioni che ne consentano l'identificazione;

- l'unità di rilevazione in grado di riconoscere ed acquisire le informazioni trasportate dal soggetto e di agire sulla base delle stesse secondo una procedura ben definita;
- il sistema per trasferire le informazioni al portatore in modo tale che possano poi essere riconosciute dall'unità di rilevazione. Quest'ultima parte del sistema diventa non necessaria quando il soggetto sia portatore naturale delle informazioni necessarie alla sua stessa identificazione, si pensi, per esempio, alle impronte digitali.

Un altro esempio che incontriamo ogni volta che andiamo al supermercato: il pacchetto di pasta che preleviamo dallo scaffale – il soggetto (detto anche carrier ovvero “portatore”) – porta stampato un codice a barre che contiene le informazioni necessarie alla sua identificazione. Alle casse uno scanner rileva le informazioni contenute nel codice a barre e le trasmette al sistema che sarà in grado, accedendo ad un opportuno data base, di risalire al prezzo che verrà quindi stampato sullo scontrino. A monte di tutto il processo il produttore del pacchetto di pasta aveva stampato il codice a barre secondo delle specifiche ben precise che lo rendessero leggibile dallo scanner ed interpretabile dal sistema di elaborazione a monte.

Ma l'informazione che il pacchetto è transitato in uscita dalle casse viene anche utilizzata dal sistema per scaricare automaticamente il magazzino ed avere quindi, in tempo reale, la dimensione delle scorte senza che gli operatori debbano provvedere ad alcuna ispezione.

La sola operazione della cassiera è stata quella di fare passare il pacchetto di pasta davanti allo scanner – l'unità di lettura e rilevazione - mentre tutte le altre operazioni sono avvenute in modo totalmente automatico.

Gli stessi codici a barre sono utili all'arrivo dei prodotti all'ingresso del magazzino: la lettura automatica, che può essere compiuta con lettori (scanner) portatili, consente di trasferire al sistema informativo la quantità di ogni singolo prodotto che sta per essere immesso.

I vantaggi possono essere molteplici e tra i più evidenti ed importanti immediatamente individuabili:

- riduzione drastica degli errori, ottenuta dall'eliminazione dell'intervento manuale, in tutta la catena (casse, contabilità, magazzino,...)
- riduzione dei costi del personale e di gestione per la maggiore velocità delle operazioni stesse (casse, contabilità, magazzino, scorte,).

La Classificazione dei Sistemi per AIDC

L'esempio dei codici a barre appena richiamato è sicuramente quello più familiare ma non è il solo.

La stessa parola "identificazione" fa pensare al riconoscimento dell'identità personale sulla base delle caratteristiche che ogni individuo porta con sé come possono essere le impronte digitali od i caratteri somatici del viso od i colori dell'iride dell'occhio. Si entra in questo caso nel "riconoscimento biometrico", legato cioè ai parametri biologici degli individui, che è un settore emergente dell'identificazione automatica.

Insieme a questa sotto il cappello AIDC sono raccolte diverse altre tecnologie:

- Codici a Barre,
- Schede (Card o Smart Card),
- Sorveglianza Elettronica degli Oggetti – EAS (Electronic Article Surveillance),
- Trasmissione Dati,
- Identificazione a Radio Frequenza - RFID (Radio Frequency Identification),
- Sistemi di localizzazione in tempo reale - RTLS (Real Time Locating System)
- Tecnologie emergenti (biometria)

Nel presente volumetto si vuole dare una panoramica generale della tecnologia per l'identificazione a Radiofrequenza: RFID (pronuncia arefaidi)

Altre dispense di AIM sono pianificate per:

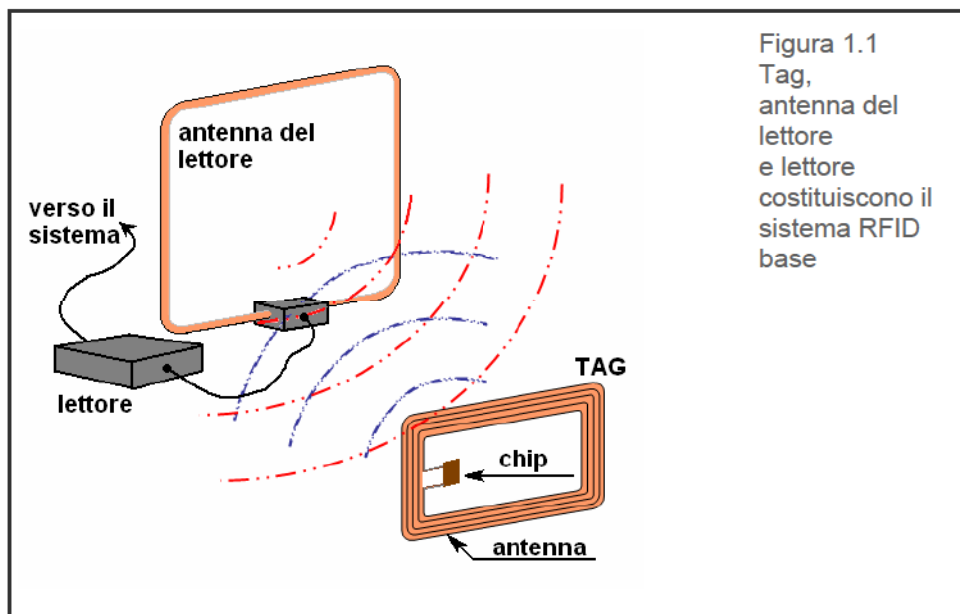
- il wireless per la mobilità, e
- l'identificazione biometrica.

1. RFID: nozioni di base

1.1. La struttura

Un sistema RFID, come delineato in figura 1.1, è sostanzialmente costituito da tre elementi:

- il tag, composto da un chip e da una piccola antenna che lo contorna,
- una seconda antenna¹ che colloquia con quella del tag per mezzo delle onde radio e
- un lettore che da una parte scambia informazioni, per mezzo dell'antenna, con il tag mentre dall'altra si rivolge al sistema informatico a cui è collegato.



Il tag passivo, spesso chiamato **transponder** o **etichetta intelligente**, ha come costituente principale un piccolo chip di silicio contornato da un'antenna, normalmente realizzata in rame, a cui è collegato e da cui riceve l'energia necessaria per operare quando è investito da un campo elettromagnetico della frequenza opportuna.

¹ In molti testi "antenna del lettore" e "lettore" vengono considerati un tutt'uno. Si è preferito suddividere le due funzionalità poiché nella realtà le due unità sono in moltissimi casi separate anche a livello di società che le forniscono.

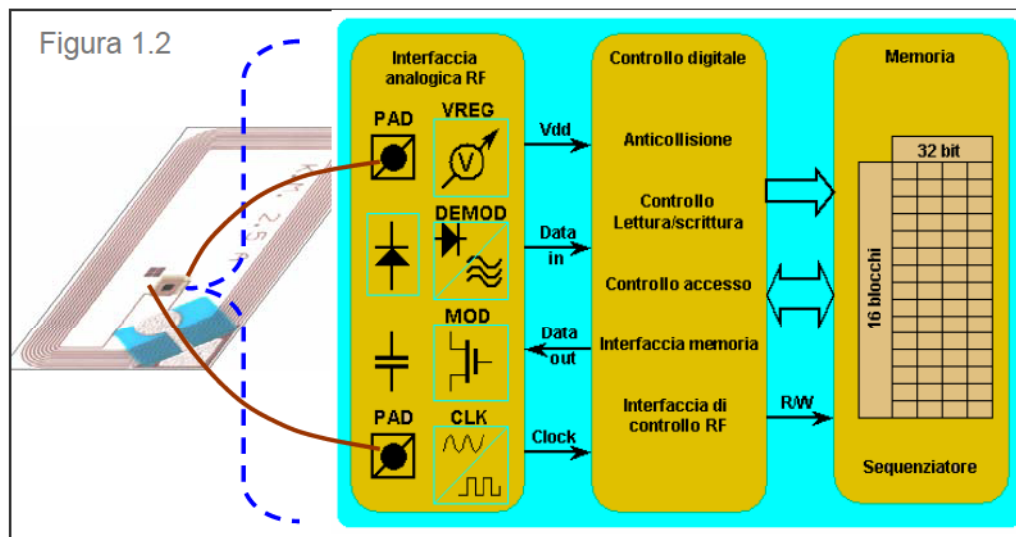
Chip ed antenna sono normalmente inserite, nei casi più comuni, tra un substrato di materiale plastico da un lato ed una copertura cartacea dall'altro ma, come vedremo più avanti, possono assumere anche altre forme: dalla carta di credito all'etichetta per abiti, dal circuito stampato al bullone.

Il sistema di lettura è composto da un'antenna di dimensioni normalmente molto più ragguardevoli di quella del tag che, pilotata da un generatore a radiofrequenza, irradia un campo elettromagnetico. Nel momento in cui il tag entra nel campo suddetto e attraverso l'antenna riceve l'energia sufficiente per attivarsi può iniziare a sua volta una trasmissione verso il lettore. Il sistema di lettura è ovviamente in grado di rilevare questa interazione e si può avviare uno scambio di dati tra le due unità. Scambio che avviene sulle onde radio e quindi possibile anche se sistema e tag non sono in vista l'uno dell'altro: il più grosso vantaggio di questa tecnologia!

All'interno del **chip**, dispositivo correntemente realizzato con la tecnologia dei semiconduttori tipica dei componenti elettronici, sono residenti tutte le funzioni necessarie a rendere il dispositivo capace di colloquiare con il lettore.

In figura 1.2 sono schematizzate i blocchi funzionali fondamentali:

- un circuito in grado di raccogliere l'energia a radiofrequenza e convertirla in una tensione capace di alimentare l'intero circuito,
- un circuito che demodula il segnale a radio frequenza e lo traduce in un segnale digitale che trasporta comandi e dati verso l'unità di controllo,
- una unità che svolge la funzione inversa, ovvero di modulazione, e quindi in grado di pilotare l'antenna. Nei tag passivi questa consiste nel cortocircuitare l'antenna del tag con cadenze ben precise creando



quindi un cambiamento di impedenza ed un segnale all'indietro (backscatter) verso l'antenna del lettore, segnale che se anche particolarmente fiavole viene rilevato da circuiti molto sensibili,

- ed infine la "Memoria" in cui sono residenti i dati che il lettore vuole raggiungere ed eventualmente modificare. Come vedremo tra alcune pagine la caratteristica di questa memoria definisce una delle funzionalità più importanti del tag.

Il sistema di lettura (o Controller o Reader o Interrogator) è funzionalmente composto da due parti: un trasmettitore ed un ricevitore. Il primo pilota l'antenna con un segnale radio alla frequenza appropriata, con una modulazione coerente allo standard supportato e di potenza adeguata all'applicazione mentre il ricevitore capta le variazioni di campo per rilevare l'eventuale entrata nel raggio d'azione del lettore di uno o più tag. Una volta che ne viene rilevata la presenza tra lettore e tag può avviarsi un colloquio per lo scambio di informazioni. Da non dimenticare che, nel caso in cui il contenuto del tag sia modificabile, il lettore può avere anche il compito di modificare (scrivere), sotto il controllo del sistema, i dati nel tag.

1.2. Tag attivi, passivi e semi-passivi

Una delle distinzioni fondamentali nelle tipologie di tag prende in considerazione il fatto che esso sia equipaggiato o meno da una sorgente autonoma di energia (batteria). Su questa base i tag si distinguono in tre tipi: passivi, attivi e semi-passivi.

Passivi

I tag "passivi" sono caratterizzati dal non avere alcuna alimentazione propria. L'energia con cui funzionano viene ricavata dal campo elettromagnetico che li investe quando entrano nell'area di influenza dell'antenna del lettore, antenna che emette un campo elettromagnetico di una certa potenza. Quando questo campo elettromagnetico investe l'antenna del tag trasferisce a questa una certa quantità di energia che viene opportunamente gestita dal chip consentendogli di attivarsi.

L'intensità del campo generato dal lettore degrada con il quadrato della distanza dal punto di emissione e si fa quindi via via più debole fino al punto in cui l'energia che l'antenna del tag può raccogliere diventa insufficiente al suo funzionamento.

Il punto in cui si ha la transizione da tag attivato a tag disattivato, perché raggiunto da insufficiente energia, viene definito "raggio d'azione" dell'accoppiata lettore/tag.

Nei tag passivi il raggio d'azione può variare da alcuni centimetri ad alcuni metri e difficilmente, con la tecnologia disponibile oggi si riesce a superare il limite dei 7/8 metri.

Attivi

I tag attivi, intuibile per contrapposizione, hanno invece una sorgente di alimentazione (batteria od accumulatore) che fornisce energia sufficiente alla loro operatività. Il loro funzionamento non dipende quindi dall'energia emessa da un lettore che, necessariamente, deve essere nelle vicinanze del tag; questo consente loro una propria autonomia ed indipendenza di funzionamento.

Un altro aspetto altrettanto importante è legato alla capacità del tag di emettere a sua volta un certo livello di energia per poter trasmettere al lettore le informazioni che contiene.

Nei tag passivi l'energia disponibile al tag è estremamente limitata e normalmente il tag risponde all'interrogazione del lettore non con una emissione di energia ma cortocircuitando l'antenna; questo interagisce con il campo elettromagnetico circostante e causa una variazione di carico che, anche se infinitesimale, viene comunque captato dai circuiti supersensibili del lettore.

Nei tag attivi questa limitazione non esiste: il tag può trasmettere emettendo un campo elettromagnetico attivo suo proprio la cui potenza è normalmente limitata solamente dalla necessità di ridurre i consumi per consentire una certa durata della vita della batteria che li alimenta.

In sintesi i tag attivi:

- non devono essere necessariamente investiti dal campo emesso dal lettore per poter trasmettere i loro dati,
- emettono una quantità di energia sufficiente a far sentire la loro voce anche ad alcune centinaia di metri.

A questi vantaggi si abbinano di converso alcuni aspetti meno positivi:

- costo ed ingombro del tag superiori, e
- la necessità di una adeguata manutenzione per garantirne l'efficienza.

Semi-passivi

I tag semi-passivi, normalmente utilizzati per monitorare parametri ambientali quali la temperatura, sono forniti di una sorgente di energia propria che serve al circuito elettronico per rimanere attivo anche in assenza dell'energia fornita dal campo elettromagnetico incidente. Richiedono comunque di entrare nel campo d'azione di un lettore per attivare la loro sezione a radiofrequenza, così come i tag passivi, ed iniziare il colloquio con l'unità di lettura.

1.3. Tag a sola lettura (R/O), riscrivibili (R/W) o WORM

Abbiamo visto che una delle funzioni fondamentali del chip è quella di trasportare delle informazioni contenute in forma digitale in una porzione di “memoria” integrata sul chip. Questa memoria oltre che ad essere caratterizzata dalla sua capacità, ovvero la quantità di informazioni (bit) che è in grado di contenere, si distingue per la tecnologia con cui è realizzata: ROM o EEPROM.

La tecnologia ROM, acronimo di Read Only Memory, ovvero memoria a sola lettura, prevede che le informazioni vengano definite al momento della produzione del dispositivo stesso.

La tecnologia EEPROM - Electrically Erasable and Programmable ROM – prevede invece la possibilità di cancellare il contenuto di una sua porzione e successivamente di riscriverlo con una nuova informazione.

Entrambe hanno comunque la caratteristica base di ritenere l'informazione contenuta anche in assenza di alimentazione che nei tag passivi è presente unicamente quando il tag è nel raggio di azione di un lettore.

Tag R/O - Read Only (sola lettura)

Utilizzano la tecnologia ROM che ha il grandissimo vantaggio di occupare, a parità di quantità di informazioni memorizzate, la minore area di silicio all'interno del chip e quindi di avere il minor costo possibile; pregio che ovvia in parte alla minore flessibilità dovuta alla impossibilità di modificarne il contenuto.

Le informazioni contenute nella ROM vengono definite durante il processo produttivo e normalmente sono costituite da 64 o 96 bit che rappresentano un codice identificativo univoco. Essendo obiettivo primario di questa tecnologia il minore costo possibile anche il contenuto di informazioni, ovvero il numero di bit, viene ridotto al minimo valore consentito dallo standard a cui i tag si devono adeguare.

Tag R/W – Read/Write (lettura/scrittura)

Contrariamente ai tag appena visti quelli realizzati con la tecnologia EEPROM offrono la possibilità di modificarne il contenuto. L'operazione di scrittura dei dati è però alquanto laboriosa: si rende prima necessaria una operazione di cancellazione del blocco di memoria coinvolto dalla modifica dei dati e solo una volta che questa è avvenuta è possibile riscrivere i dati che devono essere conservati in quel particolare blocco. L'operazione di

cancellazione di ogni singolo blocco può richiedere svariate decine di millisecondi e l'eventuale riscrittura di tutto il contenuto del tag può arrivare, dipendendo dalla capacità e dalla organizzazione della sua memoria, ad occupare alcuni secondi.

Oltre al tempo la scrittura richiede una quantità di energia decisamente superiore a quella necessaria durante la sola lettura. Nel caso di tag passivi questo si ripercuote sulla distanza operativa che ne risulta ridotta e, in alcuni casi, anche in modo significativo.

Se nel caso della ROM l'informazione viene memorizzata in modo immutabile all'interno del chip con un meccanismo che non subisce alterazioni con il tempo, nel caso della EEPROM l'informazione viene modificata iniettando od estraendo una certa quantità di cariche elettriche da una sorta di gabbia di contenimento. Le operazioni di cancellazione e di scrittura causano un leggero deterioramento della struttura fisica della cella così come le cariche in essa contenute tendono a sfuggirne. Per questa ragione, quando si parla di tag R/W vengono normalmente richiamati due parametri:

- il numero di cicli di scrittura che possono essere supportati senza decadimento della funzionalità, e
- il tempo minimo garantito di mantenimento dei dati memorizzati.

La tecnologia corrente consente normalmente di eseguire 100.000 cicli di scrittura – operazioni di cancellazione e riprogrammazione - e 10 anni di ritenzione dei dati.

Nei tag realizzati in questa tecnologia la quantità di informazioni normalmente gestita diventa decisamente più consistente e parte da 256 bit (32 caratteri) per arrivare a 4 o 8 kilobit (512 o 1.024 caratteri). Quasi sempre insieme alla memoria modificabile viene inserito dai produttori dei chip anche un codice identificativo univoco (UID) ed immutabile.

Tag WORM

Acronimo di Write Once Read Many – scrivi una volta e leggi ripetutamente – consentono la scrittura dei dati una sola volta (in realtà possono essere eseguite alcune operazioni di programmazione) dopo di che il meccanismo di scrittura viene bloccato ed il contenuto della memoria diviene immutabile come nel caso dei tag R/O. L'unico vantaggio offerto da questa soluzione è la programmabilità del codice identificativo che anziché essere forzato all'origine può essere deciso al momento della generazione dell'etichetta. La tecnologia sottostante rimane quella EEPROM e la riduzione di costo rispetto ai tag R/W è unicamente legata alla minore capacità di memoria richiesta.

1.4. Meccanismi di anti-collisione

Fino ad ora abbiamo immaginato, per semplificare la nostra analisi, che i tag si presentino singolarmente nel campo del lettore ma in realtà questo avviene solo occasionalmente. Quando più tag si presentano contemporaneamente al lettore e tutti si apprestano a rispondere all'interrogazione avviene quella che si definisce una collisione con conseguente impossibilità da parte del lettore di distinguere la risposta di ognuno.

Per evitare questo tipo di problema vengono implementati sia a livello di tag che di lettore degli algoritmi, definiti di anti-collisione, che consentono al lettore di arrivare ad isolare ogni singolo tag. Il lettore può dire ad alcuni tag di rimanere dormienti mentre può comandare ad altri di attivarsi fino ad arrivare ad isolare il tag desiderato su cui eseguire le operazioni richieste. Una volta completata l'operazione sul tag selezionato il lettore può procedere nella operazione di individuazione di tutti i tag su cui completare le operazioni necessarie.

L'operazione di preselezione dei singoli tag richiede ovviamente tempo che cresce esponenzialmente con il numero totale di unità presenti contemporaneamente.

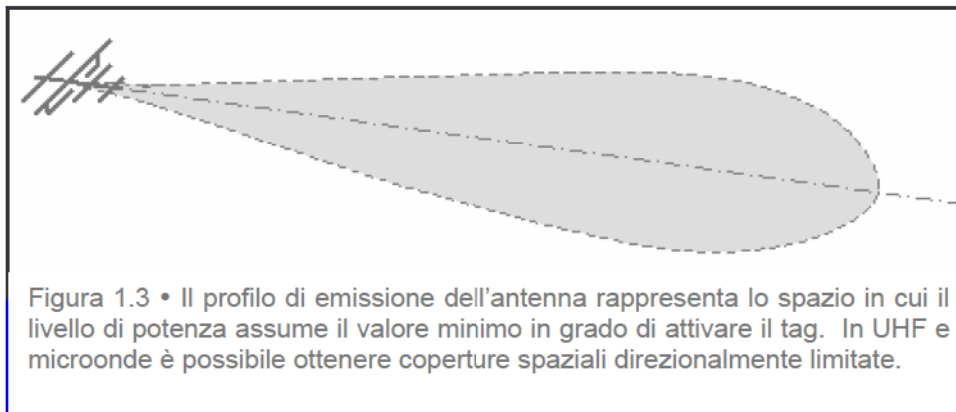
1.5. Antenne

L'antenna del lettore è uno dei componenti più importanti e sensibili di un sistema RFID. Suo compito fondamentale è quello di trasformare il segnale elettrico che le viene fornito dal lettore in un campo elettromagnetico in grado di interagire con i tag che entrano nel suo raggio d'azione.

Tre parametri fondamentali dell'antenna contribuiscono alle caratteristiche del colloquio tag-lettore:

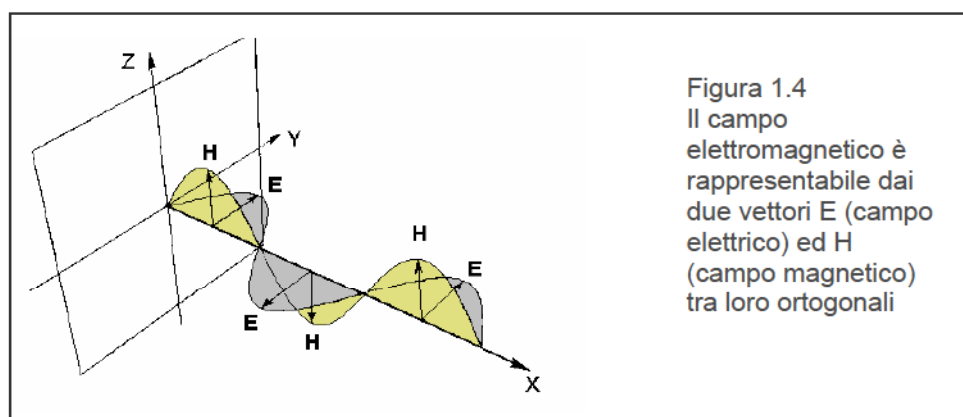
- potenza emessa ovvero la quantità di energia trasferita al campo elettromagnetico che viene irradiato dall'antenna;
- profilo o lobo di emissione ovvero il profilo tridimensionale in cui si concentra il campo elettromagnetico emesso dall'antenna (figura 1.3);
- polarizzazione ovvero l'orientamento del campo elettromagnetico emesso.

A maggiore potenza emessa corrisponde normalmente un raggio operativo più ampio ma esiste un limite superiore regolamentato sia dagli enti di controllo delle radiotrasmissioni che dagli enti che si preoccupano della salute di chi può entrare nel raggio d'azione dell'antenna.



Anche la realizzazione fisica dell'antenna può condizionare il campo in cui va a concentrarsi l'energia emessa. Soprattutto in UHF e microonde è possibile ottenere, con un opportuno dimensionamento degli elementi dell'antenna, un lobo di emissione concentrato in un'area limitata come, per esempio, delineato in figura 1.3. Questa capacità direzionale viene spesso sfruttata per restringere opportunamente il campo d'azione dell'antenna.

Il campo elettromagnetico è rappresentabile dai due vettori: E (campo elettrico) ed H (campo magnetico) che sono tra loro ortogonali, vedi figura 1.4. Si ha polarizzazione lineare quando la direzione dei due vettori rimane inalterata e solo l'intensità ed il verso cambiano secondo una legge sinusoidale (in figura il campo elettromagnetico rappresentato è polarizzato linearmente).



Anche l'antenna del tag, normalmente costituita da un dipolo, ha un suo orientamento che può condizionare l'accoppiamento con il campo incidente: a orientamento coerente corrisponde il massimo trasferimento di energia mentre all'orientamento ortogonale si ha un accoppiamento trascurabile. Per ovviare a questo inconveniente è possibile realizzare antenne con polarizzazione circolare in grado di generare un campo in cui i vettori E ed H ruotano intorno all'asse X. Questo consente al tag di trovare sempre un momento in cui l'orientamento dell'onda incidente sia favorevole al massimo accoppiamento. Se la polarizzazione lineare offre normalmente il raggio d'azione più esteso la polarizzazione circolare rende il sistema più insensibile all'orientamento del tag ed una migliore distribuzione del campo elettromagnetico emesso: migliore riflessione e superamento degli ostacoli.

Difficilmente le antenne RFID hanno la forma a cui ci ha abituati la televisione o il satellitare. Nella maggior parte dei casi le antenne sono racchiuse in una scatola non particolarmente spessa magari leggermente convessa e con una flangia per il montaggio che avviene normalmente a parete. Un connettore od un cavo per alta frequenza, schermati e ad impedenza controllata, servono per il collegamento ad una uscita del lettore.

1.6. Lettori

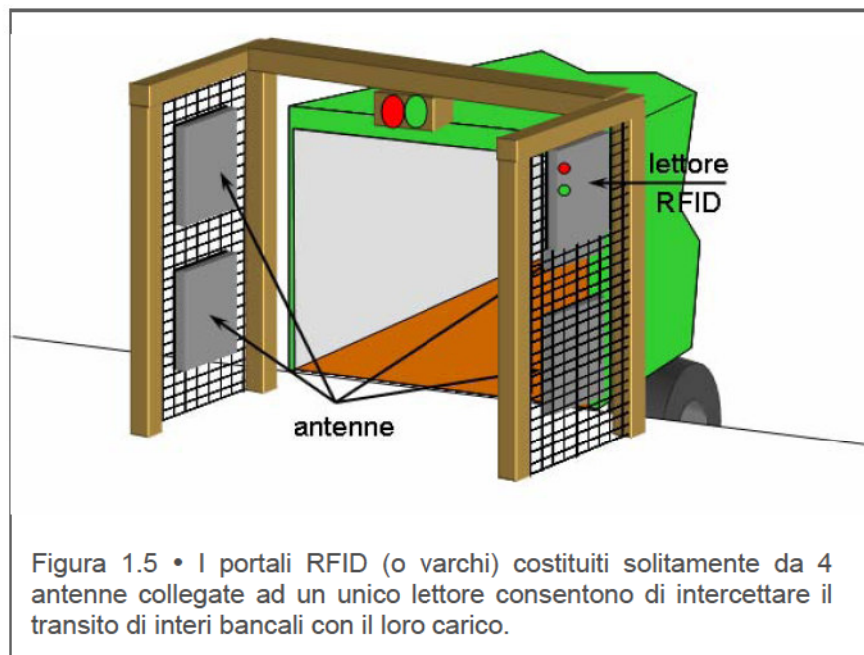
'Reader' o 'interrogator' nella letteratura inglese, i lettori utilizzano l'antenna a cui sono collegati per illuminare i tag e leggere le loro risposte. Attraverso l'antenna i lettori inviano informazioni digitali codificate, per esempio in modulazione di ampiezza (AM), verso il tag che, se entro il raggio di azione, è in grado di decodificarle e riflettere all'indietro un segnale che, anche se debole, può venire rilevato ed interpretato. Il risultato delle informazioni raccolte dal lettore vengono poi passate al sistema informativo a cui è collegato.

In presenza di più tag nell'area attiva del lettore quest'ultimo deve implementare lo stesso algoritmo di anti-collisione presente nei tag in lettura (vedi par. 1.4).

Se nei sistemi brandeggiabili lettore ed antenna sono integrati in un unico apparato nei sistemi fissi lettore e antenna possono sia coesistere in un unico sistema che essere indipendenti l'uno dall'altro.

In alcune postazioni fisse – vedi figura 1.5 - che devono rilevare il transito di materiali su bancali la configurazione è normalmente costituita da quattro

antenne collegate ad un unico lettore che le pilota alternativamente ed in modo sincrono al fine di evitare l'interazione tra di loro e coprire adeguatamente tutta l'area di passaggio. Queste configurazioni – dette portali o varchi – sono le più utilizzate nei centri logistici sulle porte di carico e scarico per intercettare, al loro passaggio, il contenuto completo di pallet il cui carico sia costituito da scatole adeguatamente equipaggiate con etichette intelligenti.



Questi portali, che possono anche essere equipaggiati con sensori di moto, sono in grado di individuare la direzione del soggetto che sta transitando dando quindi la possibilità al sistema informatico a cui sono collegati di discernere automaticamente se si tratta, per esempio, di materiale in arrivo o in partenza.

2. I vantaggi della tecnologia

Sono diversi i vantaggi offerti dalla tecnologia RFID ma ovunque si parli di questi indubitabili “pro” si dimentica spesso di accennare anche ai parametri cui porre attenzione portando facilmente alla percezione che la tecnologia non abbia anche qualche aspetto che va tenuto in debita considerazione per progettare opportunamente un sistema. Guardare ai soli lati positivi senza rispettarne le limitazioni può facilmente portare a disillusioni che sarebbero invece evitabili se la relativa conoscenza fosse più approfondita.

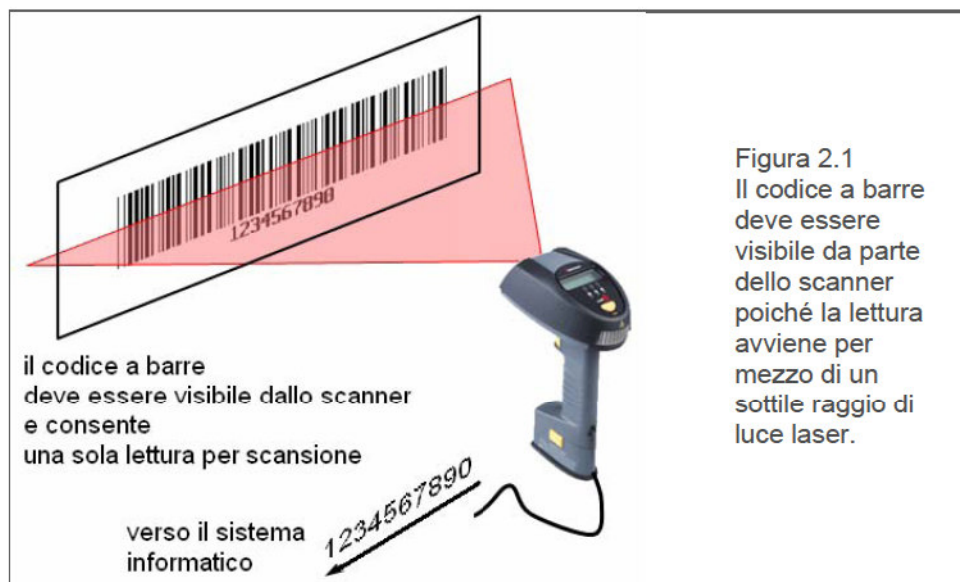
In questo capitolo si vogliono analizzare gli uni e gli altri con una adeguata comprensione di come ognuno di essi può condizionare la progettazione di un sistema basato sulla tecnologia RFID

2.1. Non è richiesta la visibilità diretta

E' sicuramente questo l'aspetto più importante di questa tecnologia!

Se i codici a barre (barcode) avevano l'assoluta necessità di essere visibili al lettore per poter essere scanditi dal raggio di luce emesso dallo scanner – vedi figura 2.1 – le etichette RFID non richiedono questa portata ottica.

Le onde radio, che portano energia al tag e ne trasferiscono il contenuto di informazione al sistema di lettura, passano facilmente attraverso la maggior parte dei materiali: legno, plastica, vernici ed i tag possono essere



facilmente inglobati nel materiale che costituisce l'imballo dell'oggetto da tracciare ricevendone anche protezione.

Queste caratteristiche portano almeno tre vantaggi:

- Efficienza, poiché l'acquisizione dei dati può avvenire senza l'intervento umano.
- Flessibilità, non essendoci la necessità di essere a portata ottica il piazzamento dei tag sugli oggetti può avvenire con minori limitazioni.
- Robustezza, i tag non sono danneggiati da umidità e/o sporco; possono essere inglobati direttamente nei pallets o nelle scatole ricevendone ulteriore protezione.

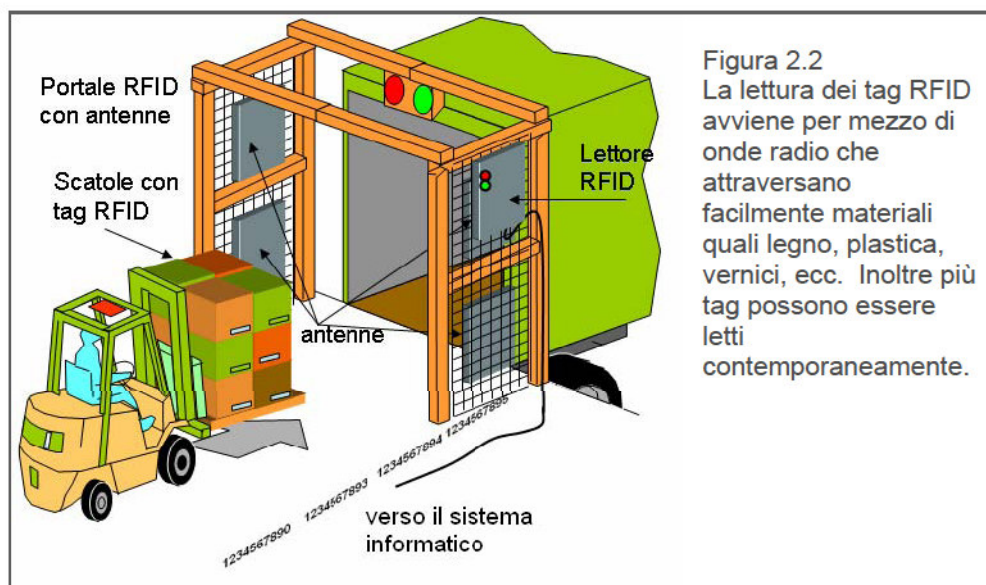


Figura 2.2
La lettura dei tag RFID avviene per mezzo di onde radio che attraversano facilmente materiali quali legno, plastica, vernici, ecc. Inoltre più tag possono essere letti contemporaneamente.

Di contro le onde radio temono alcuni ostacoli: i metalli conduttori, barriera assoluta al loro attraversamento, ed i liquidi che ne assorbono facilmente l'energia trasformandola in calore (si pensi ai forni a microonde).

I metalli oltre ad essere un ostacolo non facilmente superabile causano anche riflessioni delle onde incidenti con potenziali problematiche aggiuntive come la creazione di zone d'ombra, dove le onde radio dirette e riflesse si incontrano e si elidono, anche in aree apparentemente non sospette. L'assorbimento da parte dei liquidi si fa invece evidente alle frequenze superiori dello spettro dell'RFID: UHF e pone le più impattate da questo problema.

Si può quindi immaginare che un pallet di confezioni di lattine di alluminio possa causare qualche problema ad essere correttamente intercettato dal fascio di onde radio di un sistema di lettura così come difficoltà si

incontrano con pallet di bottiglie di acqua minerale o di altri materiali ad alto contenuto di acqua (carni, vegetali, ecc.).

2.2. Letture multiple e simultanee

Nei chip utilizzati nei tag di ultima generazione è previsto un meccanismo, definito “di anticollisione”, che consente ai lettori di discriminare ognuno dei tag all'interno del suo campo di lettura e di scambiare informazioni in modo selettivo con ognuno di essi. Il processo di lettura di un numero di etichette contemporaneamente presenti avviene in tempi molto ridotti, dell'ordine di alcune decine o centinaia di millisecondi, e tali da fare apparire la lettura come contemporanea anche se in realtà non è.

Se pensiamo ad un pallet che raccoglie un certo numero di scatole si può immaginare che con il vecchio sistema dei barcode diventa necessario disassemblare il pallet per poter eseguire la scansione dei barcode di ognuna delle scatole.

Se invece le scatole sono tutte equipaggiate di tag RFID l'operazione di disassemblaggio del pallet non è più necessaria: il transito dello stesso attraverso un portale di lettura RFID – vedi figura 2 – diventa sufficiente per fare acquisire al sistema le informazioni contenute nelle tag di tutte le scatole.

E' facile intuire la quantità di lavoro che viene risparmiata con questo ma non è da trascurare anche l'aspetto positivo che si ottiene dall'evitare gli errori che una gestione manuale di lettura introduce immancabilmente (scatole lette due volte e/o scatole non lette).

Come detto la lettura di più tag è solo apparentemente contemporanea: il meccanismo di anticollisione consente al lettore di isolare di volta in volta il colloquio con una ed una sola delle etichette RFID presenti nel suo campo di lettura; terminata l'identificazione di quella il lettore deve passare alla successiva ed avrà terminato il suo compito solo dopo avere letto tutte le tag presenti. Questo processo richiede un certo tempo per essere completato, tempo che si espande tanto più quanto è superiore il numero di tag presenti contemporaneamente.

Per garantire la funzionalità del sistema diventa quindi indispensabile, oltre a garantirsi che tag e lettore RFID implementino lo stesso tipo di meccanismo di anticollisione, che anche il numero di tag presenti in contemporanea e la velocità di transito davanti al lettore vengano opportunamente dimensionati.

2.3. Raggio di lettura

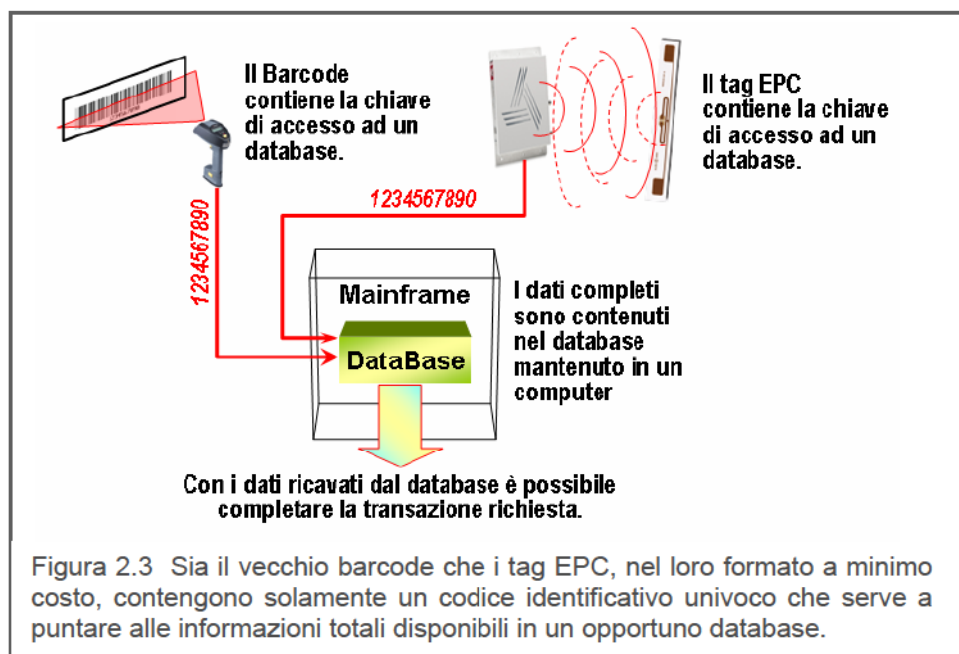
L'affermazione che è possibile avere letture anche a più di cento metri di distanza è vera ma applicabile esclusivamente a tag attivi, che comprendono quindi l'alimentazione, ed usati tipicamente per applicazioni un "poco" speciali. Quando si pensa a questa tecnologia nel canale della grande distribuzione e nella gestione della logistica di tutta una filiera fa obbligo parlare di tag al più basso costo possibile: si deve quindi parlare di tag passivi!

In questo caso il raggio di lettura è di tutt'altra portata: da alcune decine di centimetri ad alcuni metri. Non esistono regole certe essendo diversi i parametri che intervengono nel definire il raggio di lettura di un tag:

- la potenza emessa dal lettore,
 - la dimensione dell'antenna del tag,
 - la frequenza operativa e
 - la quantità di energia richiesta dal chip che ne costituisce il cuore
- sono, in ordine di importanza, quelli da considerare.

2.4. Capacità di Trasporto Dati

Se ancora una volta prendiamo in considerazione i tag nella loro configurazione di minimo costo atteso, dal punto di vista della capacità di trasporto la differenza con il vecchio barcode non è sostanziale: entrambi



contengono un codice identificativo univoco ma tutti i dati di dettaglio dell'oggetto di cui sono la carta di identità sono mantenuti in un database centralizzato (vedi figura 2.3).

Lo standard EPC di ultima generazione, ma poco si discosta anche la codifica ISO 18000, definisce un totale di 96 bit, ovvero 24 caratteri numerici, contro i 13 caratteri del codice EAN-13 che è il più diffuso tra i codici a barre. Rispetto all'EAN-13 la codifica EPC aggiunge quindi 13 caratteri numerici per identificare il numero di serie del singolo oggetto.

Se invece ci allontaniamo dalle configurazioni minime è possibile contare su capacità di trasporto decisamente più consistenti: da 256 caratteri fino a qualche migliaia di caratteri. Da tenere in debita considerazione il fatto che all'aumentare della capacità di memorizzazione aumenta la dimensione del chip che compone il tag e, di conseguenza, il suo costo.

Un altro parametro importante che viene a modificarsi all'aumentare della capacità di trasporto è il tempo di lettura/scrittura che ovviamente aumenta all'aumentare della quantità di dati contenuti all'interno del tag.

2.5. Capacità di Lettura/Scrittura

Un codice a barre una volta stampato diventa imm modificabile! Le informazioni in esso contenute sono quindi statiche e se, per un qualsiasi motivo, dovessero essere aggiornate diventa necessario ristamparlo con le nuove informazioni.

I tag RFID possono superare questa limitazione! Abbiamo infatti visto che i tag R/W consentono la modifica dei dati in essi contenuti. Questa funzionalità, impossibile al codice a barre, consente una migliore accuratezza e una flessibilità superiore.

- Accuratezza – la possibilità di modificare i dati consente l'aggiornamento delle informazioni lungo il percorso del tag: in una linea di assemblaggio, per esempio, nel tag possono venire memorizzate le stazioni di lavorazione effettivamente toccate aumentando l'accuratezza sulla tracciabilità.
- Flessibilità – lo stesso tag può coprire funzionalità diverse a seconda della posizione nella filiera.

Ma la differenza sostanziale tra tag R/O e R/W è il costo che è tanto superiore quanto più grande è la capacità di memoria. Il bilanciamento tra questo parametro ed i benefici che la capacità di lettura/scrittura possono offrire alla applicazione in esame va opportunamente analizzato.

Combinare questa possibilità di ri-scrittura dei contenuti con la capacità di trasporto di informazioni (memoria) apre gli orizzonti ad una infinità di impieghi: si può immaginare che tutte le informazioni necessarie ad

eseguire qualsiasi transazione a cui il prodotto deve essere sottoposto siano contenute nel tag stesso; o la possibilità di memorizzare all'interno del tag i passaggi più significativi che il prodotto a cui è collegato ha attraversato lungo la catena di produzione, oppure la differenziazione delle informazioni a seconda del punto in cui si trova. La limitazione è solo la fantasia ma va sempre ricordato che il rapporto costi/benefici va attentamente soppesato.

2.6. Vita e sopravvivenza

Normalmente la vita del barcode è quella del prodotto su cui è stampato e la sua sopravvivenza strettamente legata all'ambiente in cui si deve muovere. In ambienti ostili può essere facilmente soggetto ad usura sporcata o macchiato. In questo caso la sua lettura può diventare difficoltosa se non impossibile.

I tag RFID, opportunamente protetti (per esempio inglobati in un involucro plastico o integrati nella scatola o nel pallet), possono avere vita praticamente illimitata ed essere riutilizzati per un numero svariato di volte. Sporco e macchie non ne inficiano la leggibilità e la funzionalità elettronica di un tag R/O non è soggetta all'usura del tempo.

Solo nel caso di tag R/W il limite di vita viene specificato come il numero di cicli di scrittura che il dispositivo può sostenere prima di mostrare segni di invecchiamento. Normalmente questo limite è rappresentato da 100.000 scritture! Se immaginiamo in via del tutto ipotetica che in una filiera di fornitura estesa questo tag possa essere soggetto a 100 scritture e che il ciclo della filiera si possa chiudere in un mese per poi riciclare il tag la vita del tag può essere stimata in 1.000 mesi ovvero 83 anni.

La vita di un tag (opportunamente protetto) può essere pressoché illimitata e, considerato il costo relativo, può essere naturalmente recuperato e riutilizzato. Questo consente un più facile ammortamento dei costi, cosa praticamente impossibile per i barcode che possono essere solamente rimpiazzati.

La tecnologia offre quindi vantaggi indubitabili che possono portare grossi miglioramenti di efficienza all'interno della gestione di una filiera ; ma non tutto è gratuito!

Caratteristica RFID	Descrizione	Vantaggi	Ma ... attenzione
Visibilità diretta non necessaria	Contrariamente al barcode che deve essere visibile per essere letto l'RFID utilizza le onde radio per scambiare dati e questo elimina la necessità che lettore e tag siano in vista tra loro. Sono quindi possibili letture automatiche (senza operatore) per esempio su un nastro trasportatore. La lettura è possibile anche attraverso cartone, plastica e/o vernice e questo consente di inserire le tag all'interno di scatole o pallets offrendo una maggiore flessibilità.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efficienza – l'acquisizione dei dati può avvenire senza l'intervento umano. ▪ Flessibilità – minori limitazioni al piazzamento dei tag sugli oggetti. ▪ Robustezza – i tag non sono danneggiati da umidità e/o sporco; possono essere inglobati nei pallets o nelle scatole ricevendone ulteriore protezione. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ai Metalli – i tag diventano difficilmente leggibili se applicati direttamente ad oggetti metallici. ▪ ai Liquidi – le alte frequenze – UHF e μOnde - vengono assorbite dai liquidi. ▪ all'Orientamento – la posizione relativa antenna/tag può influenzare la possibilità di lettura (soprattutto in LF e HF).
Lecture Multiple e Simultanee	Se ogni barcode deve essere letto indipendentemente la tecnologia RFID consente la lettura (apparentemente) simultanea di più tag garantendo l'identificazione univoca dei diversi oggetti presenti nel raggio di lettura. L'RFID consente applicazioni di smistamento e gestione dei materiali a maggiore velocità.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efficienza – maggiore velocità di raccolta dei dati e dati multipli presentati al sistema contemporaneamente (e non sequenzialmente). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La velocità di transito ed il numero degli oggetti che si possono presentare contemporaneamente alla lettura deve essere adeguatamente dimensionata. ▪ I tag e i lettori devono prevedere il meccanismo di anticollisione (quello che consente una lettura multipla).
Raggio di Lettura	I tag attivi possono essere letti anche a distanze prossime ai 100 metri mentre gli scanner per barcode a lungo raggio possono arrivare al massimo a 10-12 metri.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flessibilità – diverse possibilità sul come eseguire la raccolta dei dati. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Il costo dei tag attivi non è comparabile a quello dei passivi! ▪ i tag attivi necessitano di una batteria che richiede la periodica sostituzione.

Caratteristica RFID	Descrizione	Vantaggi	Ma ... attenzione
Capacità di Trasporto Dati	I tag RFID possono arrivare a contenere anche alcuni k-byte (caratteri) di dati mentre i barcode di ultima generazione a fatica superano i 2-3 mila caratteri.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accuratezza dei dati con possibilità di gestire dettagli minimi del prodotto a cui sono collegati. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ I costi dei tag con capacità di memoria estesa – che si coniuga con la possibilità di lettura/scrittura - vanno ben al di là di quanto è possibile avere per tag a standard EPC.
Capacità di Lettura/Scrittura	I barcode una volta stampati sono immutabili, i tag R/W (Read/Write) possono essere riscritti un numero quasi illimitato di volte.	<p>Accuratezza – la possibilità di modificare i dati del tag aumenta l'accuratezza delle informazioni aggiornabili lungo il percorso.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Flessibilità – la stessa tag può coprire funzionalità diverse a seconda della posizione nella filiera. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ancora una volta da sottolineare il diverso rapporto di prezzo tra tag R/W e tag R/O con memoria limitata a pochi bit (96 per EPC).
Sopravvivenza a Condizioni Averse	Un barcode danneggiato può risultare di difficile se non impossibile lettura. I sistemi RFID non sono soggetti a questo tipo di limitazioni e possono operare anche in ambienti difficili quali ambienti polverosi od esposti alle intemperie.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efficienza – condizioni ambientali avverse non condizionano la velocità e l'affidabilità della lettura 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ da non dimenticare che sui barcode bidimensionali di ultima generazione (p.e. pdf417) è possibile, grazie a particolari algoritmi, recuperare i dati su etichette parzialmente danneggiate.
Vita	I tag RFID, opportunamente protetti, possono avere vita praticamente illimitata ed essere riutilizzati per un numero svariato di volte. Questo consente un più facile ammortamento dei costi, cosa praticamente impossibile per i barcode che possono essere solamente rimpiazzati.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Riduzione dei costi – la possibilità di riutilizzo rende l'investimento iniziale diluibile su tempi di utilizzo decisamente più lunghi. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ la vita del barcode è, normalmente, la vita del prodotto a cui è collegato ed il suo costo è solitamente "pari al costo dell'inchiostro con cui è stampato".

3. Cenni di radiofrequenza

Come già detto più volte il colloquio tra tag e lettore avviene per mezzo di un accoppiamento, definito per semplicità, 'a radio frequenza'. Normalmente quando si parla di radiofrequenza si pensa implicitamente ai fenomeni di propagazione delle onde elettromagnetiche tipica della teoria delle comunicazioni. In realtà, nel caso dell'RFID, i fenomeni fisici che consentono lo scambio di energia e di informazioni tra tag e lettore sono diversi a seconda della frequenza operativa a cui si fa riferimento.

Per capire il perché di questo è necessario fare riferimento sia alla frequenza del segnale "f" che alla sua lunghezza d'onda "λ" che sono legate tra loro dalla relazione

$$v = \lambda \times f$$

dove "v" rappresenta la velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche nel mezzo trasmissivo. Se prendiamo come riferimento l'aria libera questa è pari alla velocità della luce: circa 300.000.000 metri al secondo.

La lunghezza d'onda alle frequenze più basse utilizzate dall'RFID sarebbe quindi:

a 125 kHz → $\lambda = v / f = 300.000.000 / 125.000 = 2.400$ metri.

a 13,56 MHz → $\lambda = v / f = 300.000.000 / 13.560.000 = 22$ metri.

Ovvero a frequenze maggiori corrispondono lunghezze d'onda più piccole: a 2,45 GHz la lunghezza d'onda è all'incirca di 0,12m.

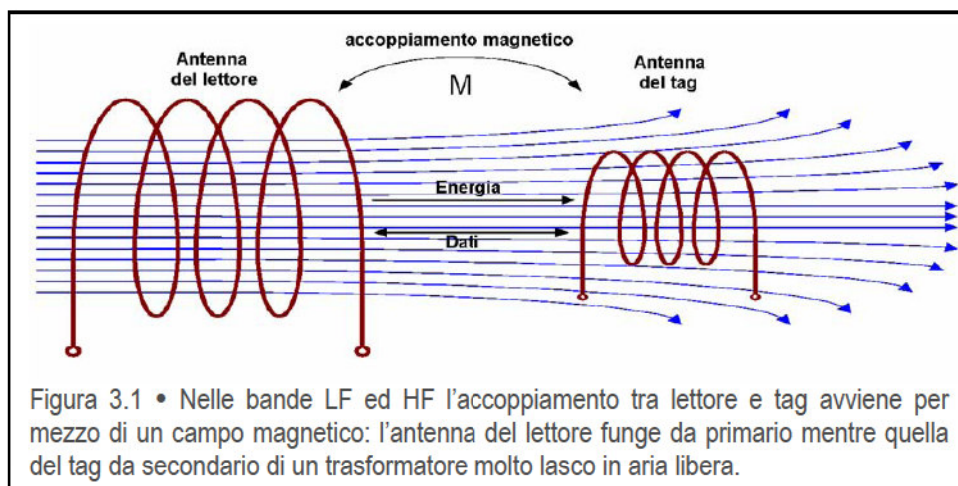
Per lanciare un'onda elettromagnetica che si possa propagare liberamente nello spazio per distanze significative serve una struttura di lancio adeguata - un'antenna - che però deve essere significativamente correlata alla lunghezza d'onda del segnale che si vuole trasmettere e pari almeno a metà della lunghezza d'onda ovvero $\lambda/2$.

Nel caso di frequenze relativamente basse, come quelle definite LF (low frequency), nell'intervallo 125-140kHz, e quelle HF (high frequency), ovvero 13,56MHz, sarebbe impensabile realizzare antenne delle dimensioni viste sopra: 2.400 o 22 metri. A queste frequenze si devono costruire antenne decisamente più piccole del valore della lunghezza d'onda, antenne che non sono in grado di lanciare un campo elettromagnetico ma che sono comunque capaci di generare un campo elettrico o magnetico che però non è in grado di propagarsi liberamente ma rimane strettamente legato alla prossimità dell'antenna. Nella stragrande maggioranza dei casi l'accoppiamento tra lettore e tag avviene per mezzo del campo magnetico generato dall'antenna. Alle frequenze superiori, UHF e microonde, rimane

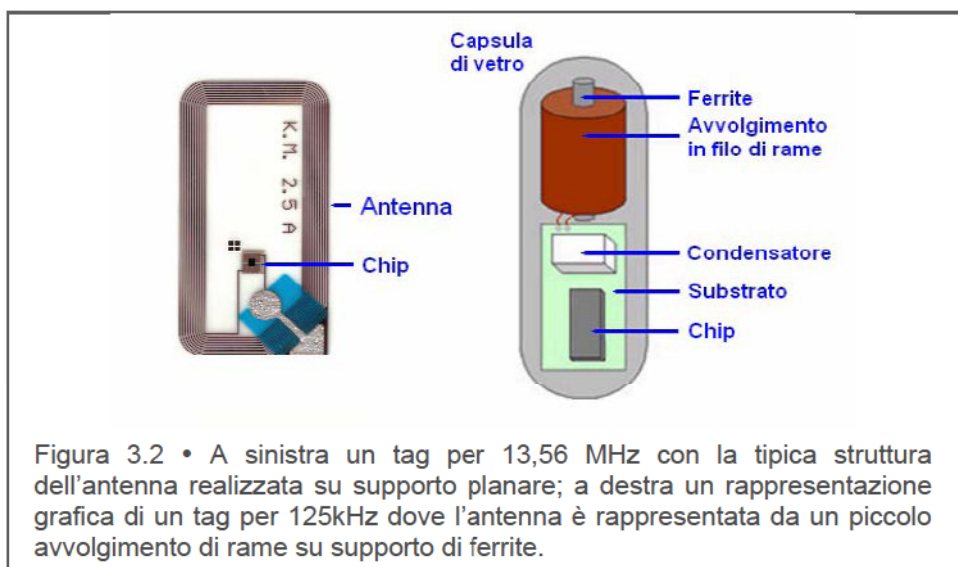
invece valido, viste le dimensioni più ridotte delle antenne, l'uso del fenomeno propagativo delle onde radio.

3.1. Accoppiamento induttivo

Il principio fisico di base è lo stesso dei trasformatori in aria libera: vedi figura 3.1. Il campo magnetico generato dall'antenna del lettore, che svolge il compito di avvolgimento primario, si accoppia induttivamente con

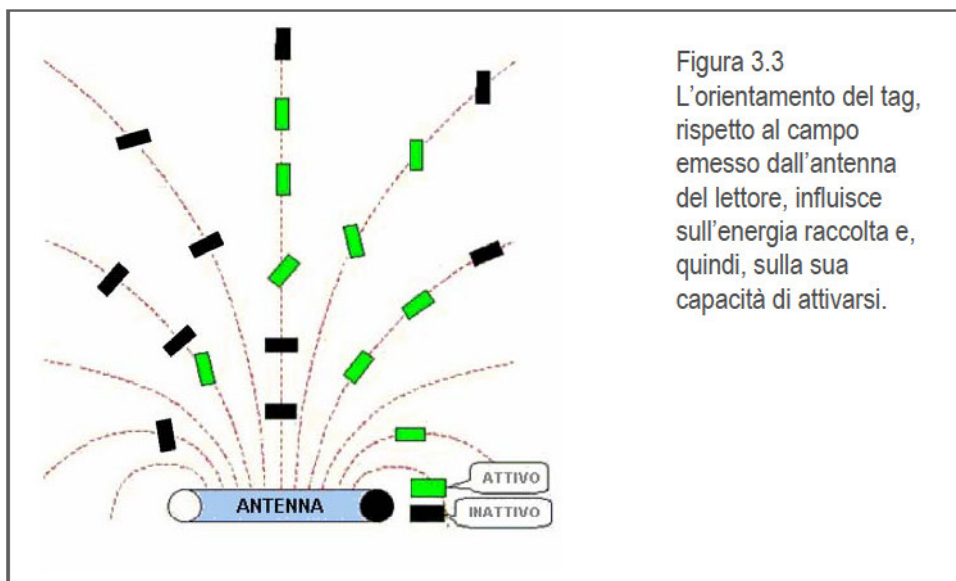


l'avvolgimento secondario, che è rappresentato dall'antenna del tag. Questo accoppiamento magnetico consente sia il trasferimento di energia verso il tag, così come avviene nei trasformatori, che lo scambio bidirezionale dei dati.



A queste frequenze l'antenna del tag è rappresentata da un vero e proprio avvolgimento di rame: vedi figura 3.2. Nel caso di dispositivi per bassa frequenza questo avvolgimento è alquanto voluminoso e talvolta posto su di un piccolo nucleo di ferrite che svolge il compito di convogliare il flusso magnetico proveniente dall'antenna del lettore. Su di un piccolo circuito stampato (substrato) è invece assemblato il circuito integrato (chip) che contiene l'intelligenza del tag insieme ad un condensatore che funge da accumulatore dell'energia proveniente dall'antenna.

Essendo il campo magnetico un campo vettoriale, caratterizzato quindi da intensità, direzione e verso, l'accoppiamento lettore-tag è dipendente dall'orientamento di questo ultimo. Questo aspetto è ancor più accentuato dalla forma che alle basse frequenze deve assumere l'avvolgimento che svolge la funzione di antenna del tag: lunga ed affusolata. Con queste caratteristiche fisiche l'allineamento deve essere nella stessa direzione del campo magnetico del lettore perché l'accoppiamento sia sufficiente a raccogliere l'energia necessaria all'attivazione. Ne consegue che non è solamente la distanza dall'antenna a condizionare l'attivazione o meno del tag ma anche la posizione relativa così come mostrato in figura 3.3: tag anche molto vicini ma non allineati con l'antenna del lettore non captano sufficiente energia per attivarsi.



Anche per etichette HF (13,56 MHz) è valida la considerazione appena fatta per le basse frequenze.

Esiste quindi una porzione di spazio, nell'intorno dell'antenna, in cui, dipendendo dall'orientamento del tag, questo può ricevere sufficiente energia dal campo per potersi attivare. Questa porzione di spazio viene normalmente definita 'lobo di emissione dell'antenna': vedi figura 3.4. La configurazione e l'estensione del lobo dipende ovviamente da diversi parametri tra cui la potenza emessa dall'antenna stessa, dalla sensibilità del tag e dalla sua forma.

Nel caso di tag passivi la distanza operativa è all'incirca pari al diametro dell'antenna del lettore e varia dai 10 cm al metro; al di là di questa portata la forza del campo si riduce molto rapidamente, in ragione di $1/d^3$, e l'energia captata dal tag per $1/d^6$. Anche per questo motivo la distanza di scrittura, operazione che richiede un maggiore consumo di energia da parte del chip che equipaggia il tag, è normalmente più bassa di quella di lettura; tipicamente dell'ordine del 30-50% della distanza di lettura.

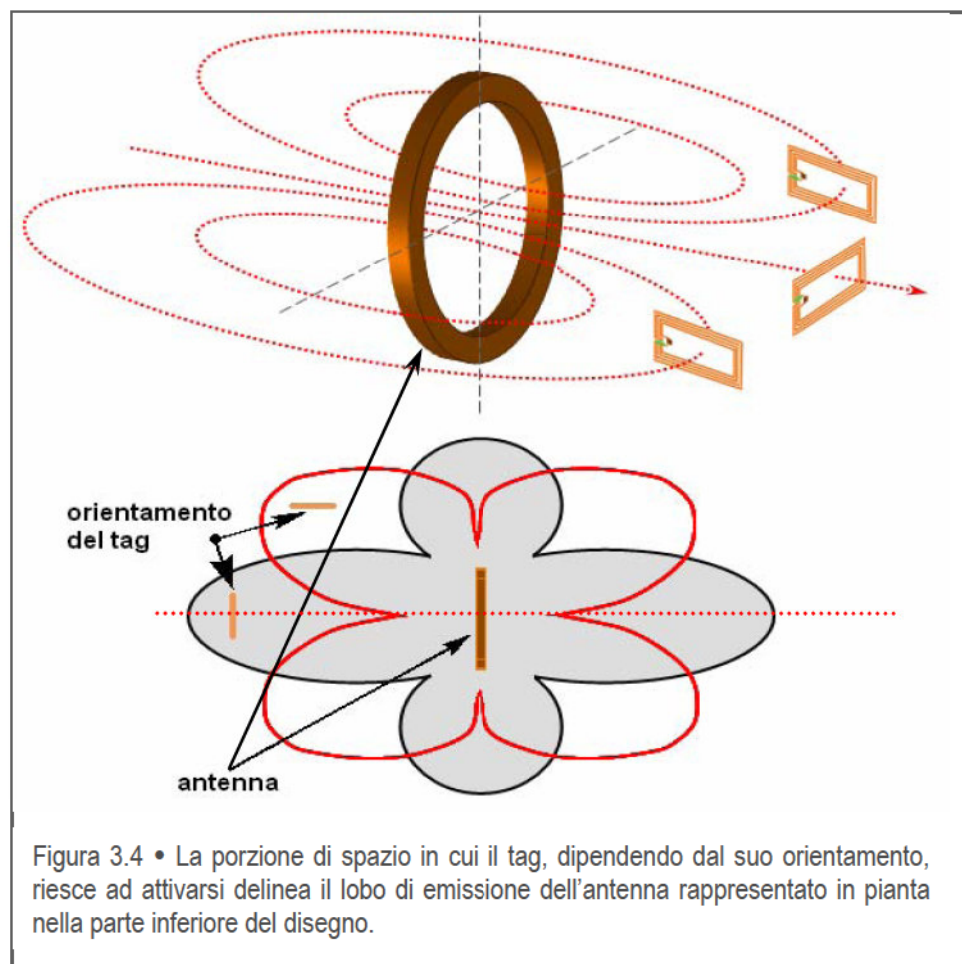
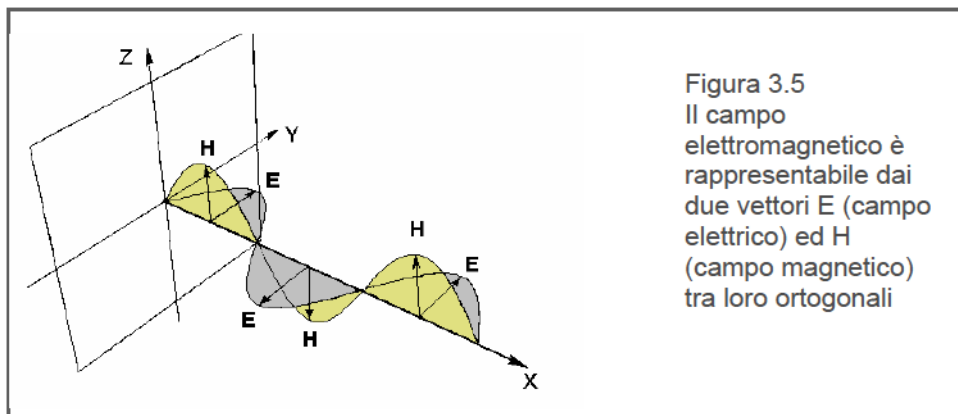


Figura 3.4 • La porzione di spazio in cui il tag, dipendendo dal suo orientamento, riesce ad attivarsi delinea il lobo di emissione dell'antenna rappresentato in pianta nella parte inferiore del disegno.

3.2. Accoppiamento elettromagnetico

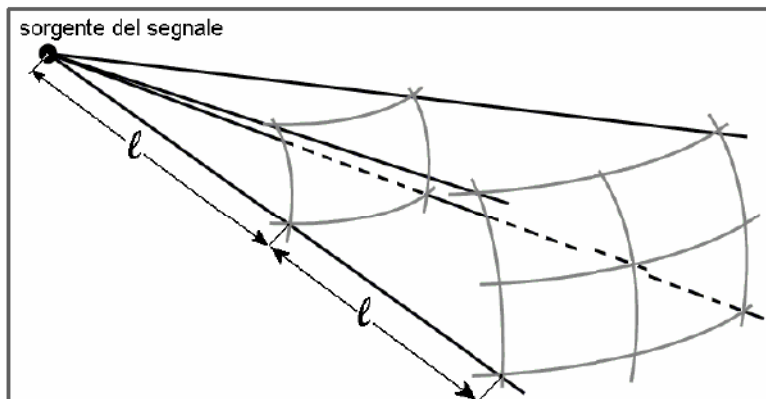
I sistemi di identificazione automatica che operano nelle frequenze UHF, nell'intorno dei 900MHz, e micro-onde, da 2,4GHz in su, fanno un uso



convenzionale della propagazione delle onde elettromagnetiche (EM) per comunicare dati e comandi e, nel caso di tag passivi, anche per energizzare i trasponditori RFID. In questi sistemi l'antenna del lettore emette un campo EM che si propaga, semplificando, con un fronte sferico così come la luce di una lampadina si propaga in tutte le direzioni.

Questo campo EM è rappresentabile dai due vettori H (campo magnetico) ed E (campo elettrico) tra loro ortogonali e, normalmente, di forma sinusoidale e caratterizzati, quindi, da una frequenza che ne è il principale parametro di riferimento. I tag che si trovano all'interno di questo campo EM possono raccogliere parte di questa energia per poter operare.

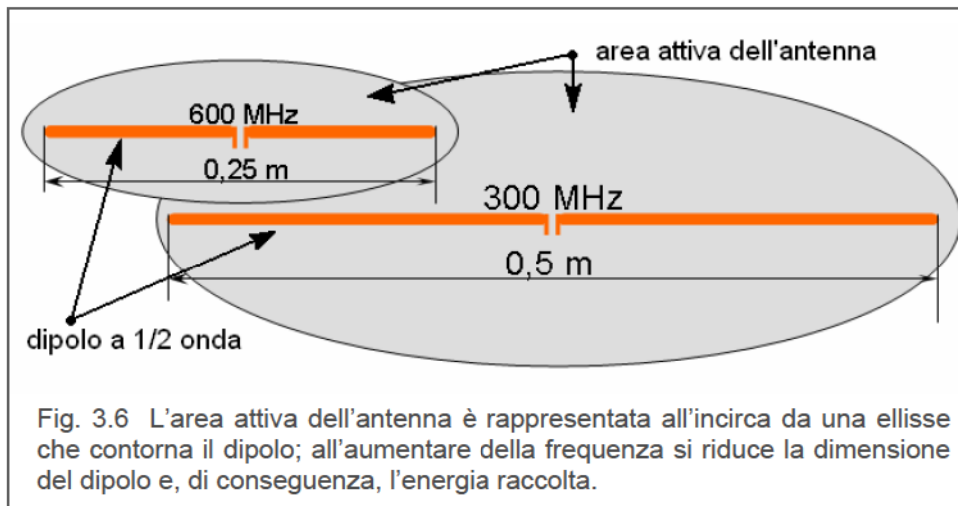
La quantità di energia disponibile in ogni punto del campo è legata alla distanza "d" dalla sua sorgente (antenna del lettore) secondo la formula $1/d^2$: si riduce quindi in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza.



La densità di potenza in ogni punto dello spazio non è influenzata dalla frequenza ma la potenza ricevuta dal transponder dipende dalla dimensione dell'antenna che, nel caso di antenne sintonizzate, è invece legata alla frequenza del segnale.

Se consideriamo un'antenna a $\frac{1}{2}$ onda, la dimensione minima per un'antenna lineare sintonizzata, la sua lunghezza a 300MHz è di 0,5m, a 600MHz è 0,25m: figura 3.6. L'energia raccolta dall'antenna è indicativamente proporzionale alla superficie di un'ellisse che contorna l'antenna, ellisse che rappresenta l'area attiva dell'antenna. L'ellisse a 600MHz è circa 4 volte più piccola di quello a 300 MHz e, come conseguenza, l'energia raccolta a 600 MHz è, a parità di potenza emessa, 4 volte inferiore a quella raccolta alla frequenza di 300MHz.

A 900MHz la lunghezza d'onda è ~33cm e l'antenna a $\frac{1}{2}$ onda ha una lunghezza di circa 16,6 cm.



Quindi al fine di poter operare tag passivi ad una distanza ragionevole il lettore deve poter produrre in antenna una potenza adeguata.

Con l'attuale regolamentazione sulle emissioni a radiofrequenza, che si traducono in una limitazione della potenza emessa, si possono approssimativamente ottenere le seguenti distanze operative:

- Europa (~869MHz): 500mW² erp : 0,7 – 2m;
- Europa (~866MHz): 2W^{3,4} erp: 1,5 – 4m;
- USA (~915MHz): 4W eirp: 2,5 – 5m.

² vecchia normativa ETSI,

³ nuova normativa ETSI; vedi "Il documento EN302-208" a pagina 53

⁴ equivalenti a ~ 3,2 W eirp

Le forme assunte dalle antenne dei tag UHF possono essere, con una progettazione attenta, ulteriormente accorciate rispetto al valore di $\frac{1}{2}$ onda anche se una riduzione della loro lunghezza può renderle facilmente soggette all'effetto de-tuning (de-sintonizzazione) e ridurre l'area attiva che determina la raccolta di energia.

Come si può vedere dalle figure 3.7a, b e c le forme assunte sono le più bizzarre con l'obiettivo primario di rendere le antenne più compatte dei 16,5 cm circa richiesti dai 900MHz e, contemporaneamente, renderle meno sensibili alla polarizzazione del campo EM incidente.

A questo riguardo è interessante il concetto di 'doppio dipolo' – vedi figura 3.7b - adottato da Matrix (ora acquisita da Symbol Technology) dove il chip è contornato da due dipoli posti in posizione ortogonale tra di loro e che dovrebbe rendere, a detta dei progettisti, il transponder insensibile alla polarizzazione del campo EM incidente.

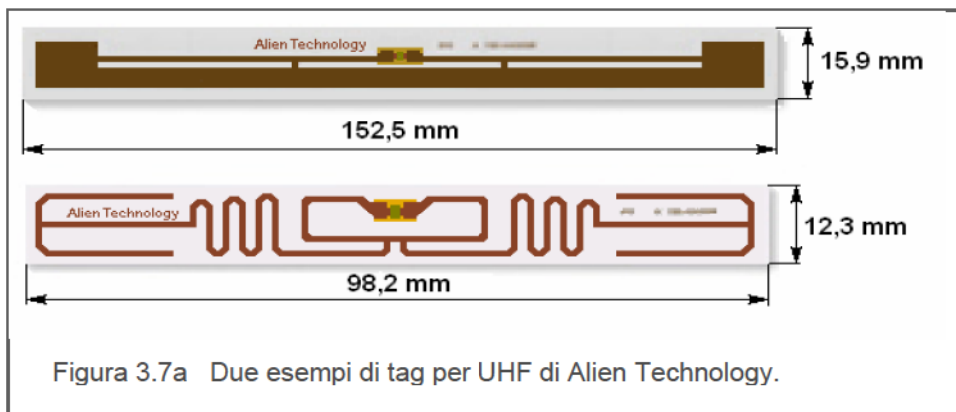


Figura 3.7a Due esempi di tag per UHF di Alien Technology.

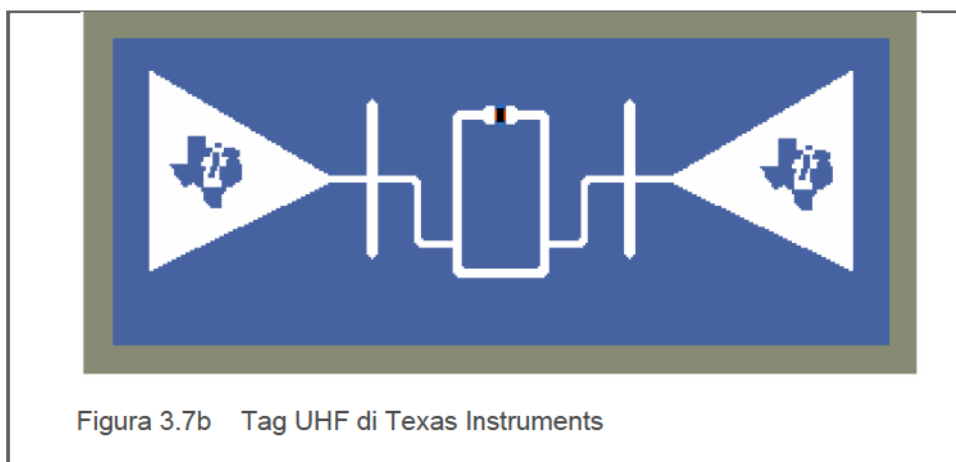
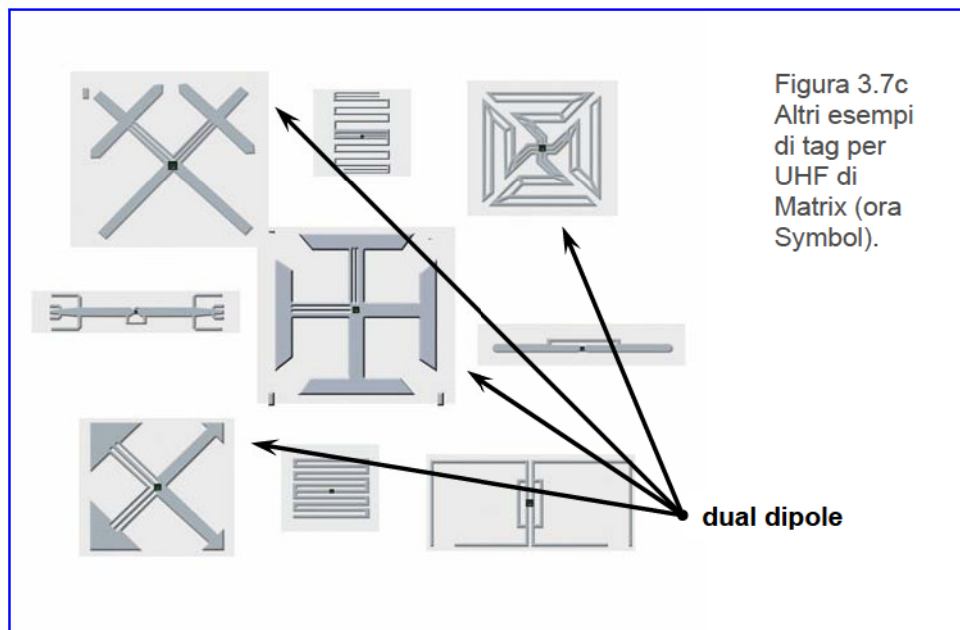


Figura 3.7b Tag UHF di Texas Instruments



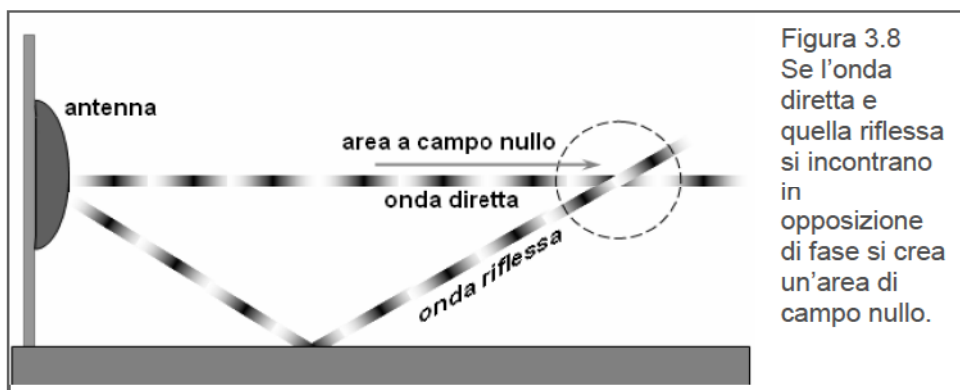
3.3. Riflessione, rifrazione e diffrazione



All'aumentare della frequenza le onde radio si comportano in modo simile alla luce (pure fenomeno elettromagnetico) e si evidenziano alcuni comportamenti che possono causare problematiche nella distribuzione del campo elettromagnetico generato dalle antenne dei lettori.

Riflessione

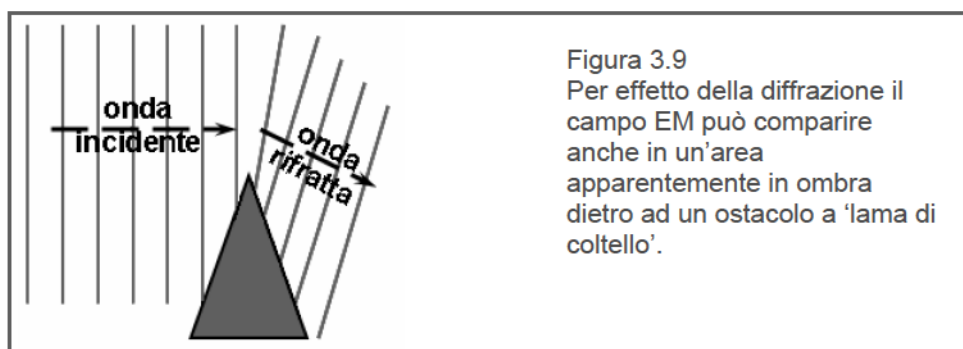
Le onde EM vengono riflesse da ogni superficie conduttiva o parzialmente conduttiva quali metalli, acqua, cemento armato ecc. Se il fenomeno può in alcuni casi portare effetti positivi estendendo il campo del lettore anche al di là di ostacoli che formano normalmente una barriera è più probabile che



siano la causa di effetti negativi. Onde dirette ed onde riflesse possono rincontrarsi ma in una condizione di opposizione di fase (dovuta al diverso percorso seguito) causando un annullamento del campo EM risultante. Si possono quindi creare zone a 'campo nullo' anche in posizioni apparentemente ben illuminate dall'antenna del lettore. L'utilizzo di antenne multiple può ridurre sostanzialmente l'effetto delle riflessioni.

Diffrazione

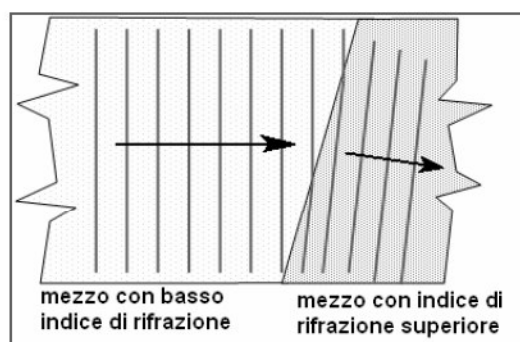
La diffrazione si ha quando un'onda EM oltrepassa un ostacolo che forma un angolo troppo netto (lama di coltello). Questo tipo di ostacolo rallenta la



parte inferiore dell'onda causando una rotazione del campo incidente e la comparsa di energia al di là dell'ostacolo. Il fenomeno, praticamente trascurabile alle basse frequenze, si fa più significativo in UHF e microonde essendo l'angolo di rifrazione legato alla frequenza: all'aumentare di questa aumenta l'angolo di diffrazione e l'ombra generata dall'ostacolo si riduce.

Rifrazione

E' causata dal cambiamento di velocità di propagazione nel mezzo trasmissivo quando le onde EM attraversano il confine tra due materiali a diverso indice di rifrazione. Se l'incrocio tra l'onda incidente ed il confine tra i materiali avviene con un certo



angolo allora una parte del fronte d'onda cambia velocità prima dell'altra facendo cambiare la direzione del fronte risultante dopo l'attraversamento. E' lo stesso fenomeno per cui una barretta parzialmente immersa in un liquido sembra piegarsi nell'attraversare la superficie del liquido. (l'indice di rifrazione di un materiale è il

rapporto tra le velocità di propagazione nel vuoto e quella nel materiale in esame).

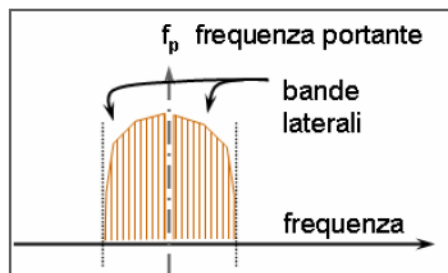
3.4. Frequenza portante, modulazione, banda,



Se riprendiamo l'esempio della lampadina come parallelo della nostra antenna che emette un campo EM possiamo intuire che se l'intensità luminosa rimanesse costante non si avrebbe alcuna trasmissione di informazioni se non la luce stessa. Per poter trasmettere informazioni è necessario modulare il fascio luminoso per esempio accendendolo e spegnendolo con un codice che potrebbe, per esempio, essere il codice morse.

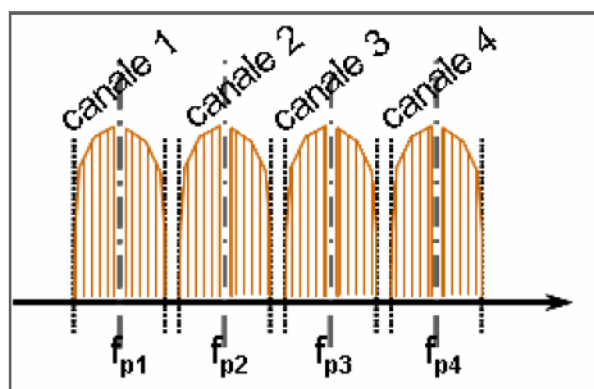
Lo stesso deve avvenire nel caso del lettore che deve inviare informazioni al tag. All'onda sinusoidale di base – caratterizzata dalla frequenza definita portante – deve essere sovrapposto un segnale modulante. Per esempio nella modulazione di ampiezza viene variata l'ampiezza della portante in modo proporzionale all'informazione da trasmettere.

Invariabilmente il processo di modulazione fa sì che si generino nell'intorno della portante delle bande laterali, correlate con la frequenza del segnale modulante, che occupano lo spettro elettromagnetico.



La frequenza centrale a cui avviene la trasmissione e la banda, ovvero l'ampiezza dello spettro assegnata alla comunicazione, sono due parametri fondamentali nei sistemi RFID sia per motivi pratici che legislativi. Frequenza e banda definiscono il canale di comunicazione.

Per esempio un canale UHF assegnato dall'ETSI all'RFID è rappresentato



dalla portante di 865,1 MHz e dai 200kHz di banda che la contornano: il canale copre quindi da 865,0 a 865,2 MHz.

All'interno delle direttive emesse dagli enti che controllano lo spettro EM vengono normalmente assegnati più canali che

devono essere opportunamente spazati tra di loro. Anche l'accesso ai diversi canali deve essere, al fine di evitare collisioni (contenzioni), controllato con un adeguato protocollo. Per esempio quello definito Listen Before Talk (ascolta prima di parlare) richiesto dal protocollo ETSI nel suo ultimo documento EN 302 208. Prima che un lettore possa impegnare un canale deve verificare che su quel canale non ci siano altri lettori che stanno operando.

3.5. Velocità di trasferimento dei dati

Un altro parametro che è influenzato dalla frequenza della portante è la velocità con cui può avvenire lo scambio dei dati tag-lettore.

Anche se teoricamente dovrebbe essere possibile trasferire dati binari ad una velocità doppia della frequenza della portante la cosa è impraticabile per vari motivi uno dei quali è la banda che sarebbe occupata per effetto della modulazione.

In termini generali rimane comunque il dato di fatto che superiore è la frequenza della portante e più alta è la velocità di trasferimento dei dati che è possibile realizzare. Così un sistema operante a bassa frequenza – nell'intorno dei 125kHz - può avere una velocità di comunicazione di 200 bit/sec ed arrivare al massimo a 4.000 bit/sec mentre si possono raggiungere i 100kbit/sec (ma non superare il Megabit/sec) nei sistemi a microonde.

La velocità di trasferimento dei dati viene normalmente riferita al processo di lettura essendo questo l'evento più significativo: la necessità da parte del lettore di portare a termine la raccolta delle informazioni sui tag che normalmente sono in movimento rapido davanti al lettore.

Il processo di scrittura di un tag R/W può infatti richiedere tempi più lunghi di quanto non sia sufficiente per il solo trasferimento del dato da scrivere. Questo è dovuto ai tempi normalmente richiesti dal chip per l'operazione di memorizzazione dei nuovi dati al suo interno. Il processo di scrittura viene infatti spesso eseguito 'fuori linea'. Se la scrittura deve venire eseguita in linea si deve tenere in debita considerazione il tempo necessario e dimensionare adeguatamente il tempo di permanenza del tag nell'area del lettore.

Questo parametro e la capacità di trasporto dati devono necessariamente correlarsi con la velocità di transito dei tag nell'area del lettore: per esempio un'etichetta UHF da 4 kbit capace di 28kbit/sec deve rimanere nel raggio d'azione del lettore per almeno $2 \times 4.096 / 28.000 = 2 \times 0,146 = 0,292$ sec (il fattore 2 per consentire al tag di attivarsi ed avviare il colloquio).

4. Le frequenze

E' grazie alle onde radio che dal nostro cellulare possiamo parlare con il mondo, che vediamo la televisione ed ascoltiamo la radio, che i nostri PC possono collegarsi senza fili alle reti wireless. E tutti questi sistemi, pur utilizzando lo stesso mezzo, non interferiscono tra di loro per il semplice motivo che per ognuno di essi è stata definita una frequenza operativa, a cui spesso si fa riferimento anche come 'lunghezza d'onda', che è diversa da tutte le altre.

Lo stesso vale per le etichette RFID che, operando per l'appunto a radio frequenza, hanno delle lunghezze d'onda assegnate che le differenziano per moltissimi aspetti applicativi che non devono essere trascurati nella scelta relativa. Alla frequenza di lavoro sono infatti strettamente collegati molti dei parametri che dobbiamo tenere in considerazione quando pensiamo ad un sistema RFID.

E' così; non esiste una sola frequenza a cui le etichette RFID possono

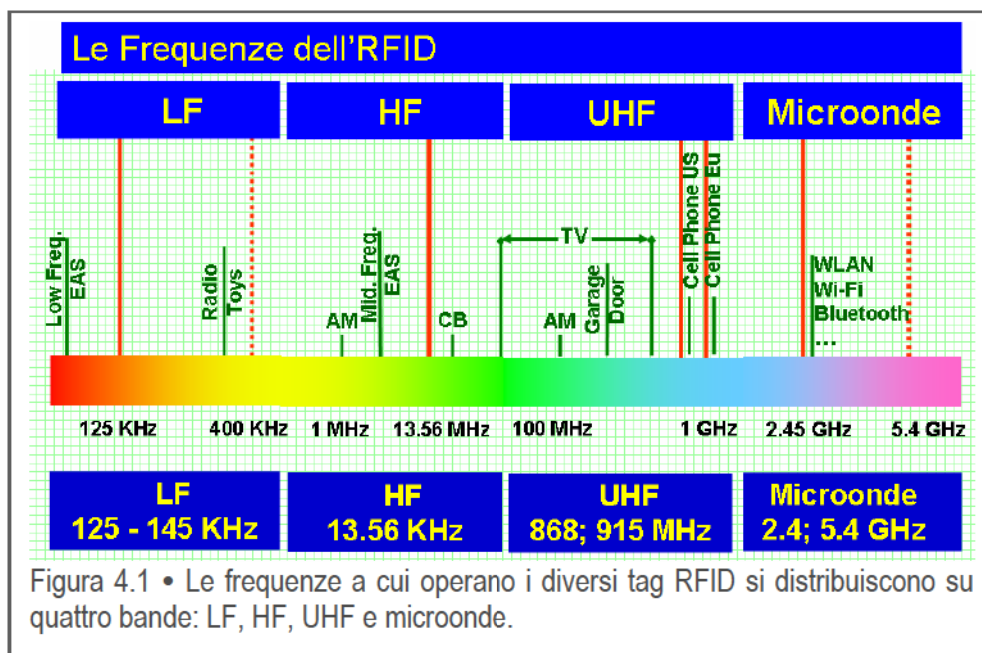
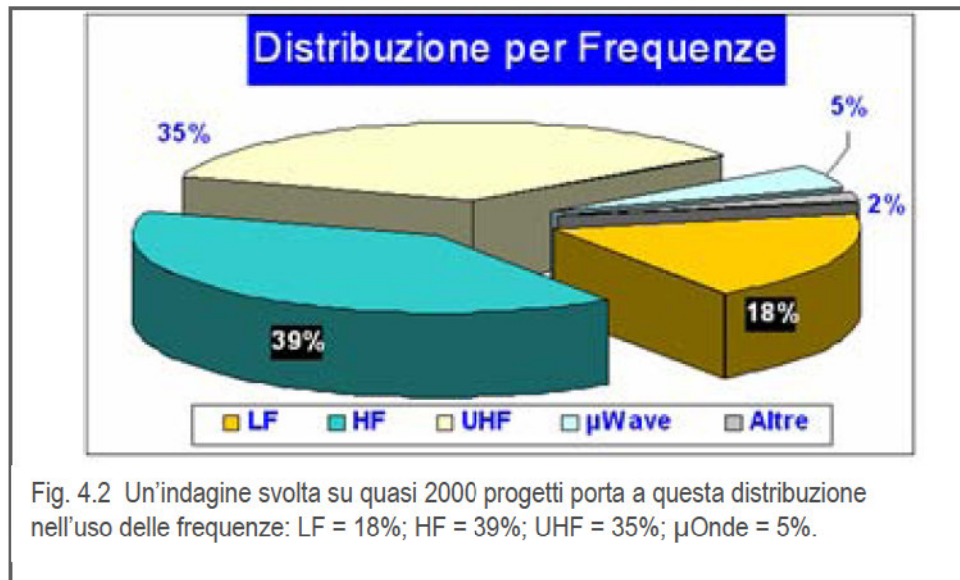


Figura 4.1 • Le frequenze a cui operano i diversi tag RFID si distribuiscono su quattro bande: LF, HF, UHF e microonde.

operare! In figura 4.1 è schematizzato lo spettro delle frequenze radio con evidenziate – le bande in rosso - le frequenze assegnate alle applicazioni RFID.

Come evidenziato nel grafico le frequenze assegnate alla tecnologia sono raggruppate in quattro categorie:

- LF – Low Frequency (bassa frequenza): 125-145kHz;
- HF – High Frequency (alta frequenza): 13,56MHz;
- UHF – Ultra High Frequency: 865-930MHz; e
- MicroOnde: 2,4 e 5,8GHz.



La diffusione nell'uso delle diverse frequenze è sintetizzata nel grafico di figura 2 che si basa sull'analisi di quasi 2000 progetti RFID sviluppati a livello mondiale negli ultimi anni. Il grafico rappresenta quindi più che una realtà del mercato corrente quello che il mercato si sta preparando a diventare. Si nota infatti che nonostante la tecnologia UHF sia di recente introduzione essa ha acquisito il 35% dei progetti e segue a pochissime lunghezze la più matura HF che copre il 39% delle applicazioni. Seguono i progetti realizzati a bassa frequenza (LF) mentre rimangono marginali quelli a microonde e ad altre frequenze. La nostra attenzione, facendo riferimento a questa realtà, si concentrerà quindi principalmente su queste tre frequenze: LF, HF e UHF.

4.1. LF – Bassa Frequenza: 120-145 KHz

Si trova nella parte più bassa dello spettro RF ed è storicamente la prima frequenza utilizzata per l'identificazione automatica e rimane ancora oggi con una presenza significativa nel mercato.

Nel caso di tag passivi la distanza operativa è all'incirca pari al diametro dell'antenna del lettore e varia dai 30 cm al metro, al di là di questa portata

la forza del campo si riduce molto rapidamente, in ragione di $1/d^3$, e l'energia captata dal tag per $1/d^6$. Anche per questo motivo la distanza di scrittura, operazione che richiede un maggiore consumo di energia da parte del chip che equipaggia il tag, è normalmente più bassa di quella di lettura; tipicamente dell'ordine del 30-50% della distanza di lettura.

La frequenza di 125kHz della portante è relativamente bassa e non consente velocità di trasmissione dei dati se non nell'ordine del migliaio di bit al secondo ma scende in alcuni casi anche a 200 bit/sec.

A questa frequenza è meno frequente il supporto di letture multiple ovvero di più tag contemporaneamente presenti nel campo del lettore.

Tag a questa frequenza sono utilizzati principalmente nella tracciabilità animale (134,2 kHz) per la bassissima influenza che l'acqua ed i tessuti hanno sulla trasmissione. Il tag protetto da un contenitore ceramico viene inserito nello stomaco dei bovini o, racchiuso in un contenitore di vetro, iniettato in posizione sottocutanea negli animali di dimensioni più contenute, oppure in forma di piccolo disco applicate alle orecchie.



Va notato che all'interno della banda LF in realtà sono due le frequenze operative più utilizzate:

- 125,5 kHz principalmente nel settore automotive, e
- 134,2 kHz nella tracciabilità animale.

LF – Bassa Frequenza: Sommario delle caratteristiche	
Accoppiamento	Induttivo (magnetico)
Raggio di Operatività	Per tag passivi si va dal 'contatto' fino a 70/80cm dipendendo dalla potenza emessa dal lettore e dalla forma e dimensioni delle antenne. Nei sistemi con tag attivi si possono raggiungere facilmente i 2m.
Capacità di Lettura/Scrittura	Disponibili tag sia R/O che R/W
Capacità di Trasporto Dati	Da dispositivi R/O a bassa capacità (64bit) a dispositivi R/W con capacità fino a 2kbit
Velocità trasferimento dati	Bassa velocità di trasferimento tipicamente intorno ad 1kbit/sec che può scendere a 200bit/sec.
Tempo di Lettura	Strettamente dipendente dalla quantità di dati da trasferire e dalla velocità di trasmissione supportata. Per esempio 96bit a 200bit/sec necessitano di circa 0,5 secondi per essere letti. Decisamente lenti!
Lecture Multiple	Disponibili sia per lettura singola che con meccanismi di anti-collisione.
Formati	Sono disponibili in package e formati diversi: tipicamente incapsulati in vetro e/o ceramica per la tracciabilità animale (inserimento nello stomaco dei bovini) e in diversi package plastici per usi industriali.
Costi	Dipendono in grande misura dal formato e dal tipo di applicazione che devono sostenere.
Applicazioni	Tipicamente l'identificazione animale, il controllo accessi, l'identificazione di veicoli e container, immobilizer per auto,.....
Note	La propagazione attraverso liquidi e tessuti organici avviene senza impatti significativi. Particolare sensibilità all'orientamento tag-antenna.

4.2. HF - Alta Frequenza: 13,56 MHz

E' la frequenza liberalizzata a questo scopo da tutti gli enti normatori mondiali e questo ne ha fatto la frequenza più diffusa fino ai giorni nostri. Spesso note anche come "Smart Card contactless" ovvero card intelligenti senza contatti sono il settore più tecnologicamente presidiato dai produttori di chip, che ne costituiscono il cuore intelligente, e le funzionalità offerte spaziano dalla capacità di memoria, che può andare dai pochi kilobyte e toccare oggi anche il megabyte (1 milione di caratteri) alle card che, oltre alla memoria, contengono integrato un microprocessore che consente la creazione di card multifunzionali e protette con algoritmi crittografici. Quasi unicamente di tipo passivo sono coperte da standard ben assestati quali l'ISO14443 – detto anche di 'proximity', che copre da 10 a 30 cm – e l'ISO15693, o 'vicinity', per una distanza operativa da 30 a 90 cm. Diffuse nel settore del ticketing, del controllo accessi del personale, della tracciabilità dei bagagli nei sistemi aeroportuali stanno per diventare comuni come sostitutivi intelligenti ed inviolabili delle schede magnetiche per le transazioni bancarie (bancomat) e come carte di credito. Diversi stati stanno facendo le prime prove per introdurle come passaporto elettronico.



L'accoppiamento lettore-tag avviene per via induttiva, lo stesso principio fisico dei trasponditori LF.

Le forme ed il tipo di packaging disponibili sono le più disparate ed in figura 4.4 è riportato un limitatissimo campionario. La configurazione tipica prevede comunque un'antenna formata da un avvolgimento normalmente in rame, ma viene utilizzato anche l'alluminio, formato su un substrato piatto e ottenuto per incisione (etching) da un sottile foglio del metallo dello spessore di qualche decina (60-70) di micron. La dimensione ed il numero di spire determinano la sensibilità ed il raggio di lettura (insieme, ovviamente, alla dimensione ed alla potenza emessa dall'antenna del lettore).

I costi sono decisamente migliori di quelle LF ma strettamente dipendenti dal tipo di supporto e dalla dimensione così come i sistemi di lettura che hanno già goduto di un buon livello di maturazione del settore.

Le ultime generazioni di chip per questa tipologia di tag indirizzate all'identificazione automatica supportano come funzionalità quasi standard i meccanismi di anticollisione che consentono la lettura/scrittura di più tag contemporaneamente presenti nel campo del lettore.

A differenza di UHF e μ Onde il campo RF a 13,56 MHz non è particolarmente influenzato dall'acqua o dai tessuti del corpo umano.

HF – Alta Frequenza: Sommario delle caratteristiche	
Accoppiamento	Induttivo (magnetico)
Raggio di Operatività	Nella stragrande maggioranza sono passivi e sono quotati per operatività fino a 1,2m in scrittura e 1,5m in lettura. Il raggio operativo dipende dalla potenza emessa dal lettore così come dalla forma delle antenne specialmente da quella del tag: a superficie coperta più grande corrisponde un raggio d'azione più ampio
Capacità di Lettura/Scrittura	Disponibili sia del tipo R/O che R/W.
Capacità di Trasporto Dati	Generalmente di tipo R/W offrono capacità di memoria che può variare da 64 bit fino ad alcune decine di kbit. Spesso contengono 64 bit di codice unico identificativo (UID) programmato durante la produzione e quindi R/O.
Velocità trasferimento dati	Tipicamente nell'intorno di 25kbit/sec.
Tempo di Lettura	Strettamente dipendente dalla quantità di dati da trasferire e dalla velocità di trasmissione supportata. Per esempio a 25kbit/sec sono sufficienti circa 0,02 secondi per leggere 512 bit.
Lecture Multiple	Sono quasi sempre contemplati meccanismi di anti-collisione che consentono di arrivare alla lettura di circa 20/30 tag/sec dipendendo dalle caratteristiche del sistema e dagli algoritmi impiegati.
Formati	La vastissima scelta consente di coprire un numero pressoché illimitato di applicazioni. Uno dei formati più apprezzabili è la cosiddetta 'etichetta intelligente' che vede chip ed antenna integrate in quella che appare una banale etichetta stampata.
Costi	Dipendono in grande misura dal formato e dalle tipologie di supporto fisico a cui il tag è applicato. Il costo minore è oggi ottenibile dalle 'etichette intelligenti' e si colloca nell'intorno dei 40/60 centesimi di Euro legato anche ai volumi di prodotto richiesti.
Applicazioni	Servizi di consegna, ticketing, smistamento bagagli, tracciabilità in produzione,
Note	Praticamente Insensibili alla presenza di liquidi non conduttori e a tessuti organici.

4.3. UHF: 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 a questa frequenza e con range di operazione decisamente più esteso di quanto non fosse consentito con LF ed HF. Un raggio di azione di 3 metri è ormai standard ma sempre più spesso estendibile verso cinque e più metri.

Grazie a questo l'UHF è destinata sicuramente a confermarsi come la frequenza regina della logistica se nonché alcune problematiche, ad oggi in via di risoluzione, ne hanno rallentato l'introduzione.

1. Le frequenze. Usa, Europa e Asia si trovano a dover gestire frequenze diverse: le frequenze già occupate dalla telefonia cellulare, e quindi ormai immutabili, non consentono alle tre aree di utilizzare le stesse bande per l'applicazione RFID.
2. Assenza di standard accettati dalla comunità internazionale per i protocolli di comunicazione tra lettore ed antenna. La definizione del protocollo EPC definito "Class 1/Generation 2" e la relativa inclusione nello standard ISO 18000-6c dovrebbe scavalcare il problema.
3. Fino ad oggi il limite di potenza di 500 mW posto dagli standard europei non consentiva un uso efficiente della tecnologia UHF. Le nuove norme (vedi paragrafo "Il documento EN302-208" alla fine del capitolo) risolvono parzialmente il problema sempre che le direttive emesse dall'ETSI (European Telecommunication Standard Institute) vengano recepite dalle nazioni della comunità.

Con particolare riferimento al nostro paese le frequenze tra 865 e 868MHz sono ad oggi ancora sotto il controllo del Ministero della Difesa che non consente emissioni superiori ai 25 mW; potenza totalmente insufficiente a consentire qualsiasi operatività RFID. Diverse società ed organizzazioni hanno rivolto al Ministro una richiesta di deroga e di recepimento delle normative ETSI sul territorio italiano; è auspicabile e ragionevole supporre che il Ministero consentirà l'uso di queste frequenze per le applicazioni tipiche dell'identificazione automatica in tempi ragionevoli.

Come già osservato a queste frequenze si fa un uso "convenzionale" delle onde elettromagnetiche. La quantità di energia raccolta dal campo EM è funzione dell'apertura dell'antenna ricevente che è correlata con la lunghezza d'onda del segnale. La densità di potenza non è influenzata dalla frequenza, ma la potenza ricevuta dal tag dipende dalla dimensione dell'antenna, che è, invece, correlata alla frequenza. Se consideriamo la frequenza di 900MHz la lunghezza d'onda è circa 33 cm e un'antenna a $\frac{1}{2}$ onda diventa di 16,5 cm. E' questa la dimensione più probabile che ci si può aspettare per i tag operanti in UHF.

A queste frequenze ci si scontra con problematiche più complesse di quanto non si abbia con le frequenze inferiori:

- Riflessioni: le strutture metalliche in prossimità dell'antenna possono riflettere le onde elettromagnetiche, queste riflessioni possono, incontrandosi con l'onda diretta dell'antenna in opposizione di fase, generare degli spazi in cui il campo elettromagnetico risulta nullo. I tag in questa area risultano illeggibili.
- Liquidi: l'assorbimento da parte dell'acqua delle onde elettromagnetiche si fa più consistente. L'efficienza di lettura in ambienti particolarmente umidi o con tag applicate a contenitori di liquidi può diventare difficoltosa.

Essendo l'UHF, grazie al suo raggio d'azione, la frequenza di elezione per la logistica i tag a questa frequenza dovrebbero arrivare, grazie all'esplosione attesa nei volumi di produzione, ad avere il costo più basso tra quelle analizzate fino ad ora.

Velocità di trasmissione superiore a tutte le frequenze precedenti ed in grado di gestire letture multiple contemporanee (anticollisione) e consente di arrivare tranquillamente alla lettura di più di 100 tag al secondo.

Secondo le nuove specifiche EPC definite Class1/Generation2 le caratteristiche sia tecnologiche che dell'algoritmo di anticollisione adottato dovrebbero consentire – in linea teorica - la lettura di 1.000-1.500 tag/sec che si presentino contemporaneamente al lettore.

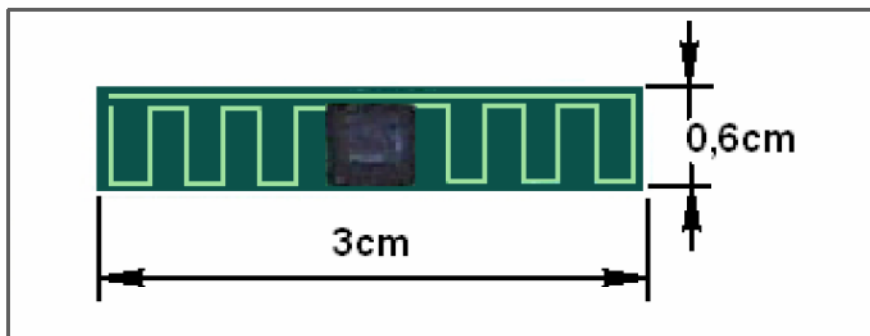
Il supporto da parte dei fornitori di tecnologia si va facendo via via più consistente con un sempre maggior numero di fornitori e con ampliamento della possibilità di scelta sia sulle capacità di memoria dei chip che sulla possibilità di avere tag passivi, attivi o semiattivi.

UHF – Sommario delle caratteristiche	
Accoppiamento	Elettromagnetico
Raggio di Operatività	I tag UHF per uso logistico sono generalmente passivi e operano nell'intervallo 2-5m in lettura dipendendo dalla configurazione del sistema. Il raggio operativo è ovviamente influenzato dalle diverse regolamentazioni sull'emissione di potenza (in Europa inferiore che in USA)
Capacità di Lettura/Scrittura	Disponibili sia del tipo R/O che R/W.
Capacità di Trasporto Dati	Generalmente di tipo R/W offrono capacità di memoria che può variare da 64 bit fino ad alcuni kbit. Spesso contengono 64 bit di codice unico identificativo (UID) programmato durante la produzione e quindi R/O.
Velocità trasferimento dati	Tipicamente nell'intorno di 28kbit/sec ma esistono dispositivi quotati per 100kbit/sec.
Tempo di Lettura	Strettamente dipendente dalla quantità di dati da trasferire e dalla velocità di trasmissione supportata. Per esempio a 28kbit/sec sono sufficienti circa 0,02 secondi per leggere 512 bit.
Lettture Multiple	Quasi sempre contemplati meccanismi di anti-collisione che permettono la lettura di ~100 tag/sec dipendendo dal sistema e dagli algoritmi impiegati. Le nuove specifiche EPC Class1/Gen2 dovrebbero consentire capacità di 1000-1500 tag/sec
Formati	Sono disponibili vari formati per soddisfare le diverse esigenze ambientali compresa l'applicabilità a unità metalliche. Uno dei formati più apprezzabili è la cosiddetta 'etichetta intelligente' che vede chip ed antenna integrate in quella che appare una banale etichetta stampata.
Costi	Il costo minore è oggi ottenibile dalle 'etichette intelligenti' e si colloca nell'intorno dei 40/60 centesimi di Euro legato anche ai volumi di prodotto richiesti.
Applicazioni	Le applicazioni tipiche per i sistemi correnti comprendono la tracciabilità degli asset e la logistica della filiera di fornitura (supply chain logistic)
Note	Le prestazioni sono ridotte in presenza di metalli, liquidi, tessuti organici ed umidità.

4.4. Microonde: 2,4 e 5,8 GHz

A queste frequenze operano già le reti wireless (WLAN, Bluetooth, ...) e, così come l'HF, queste frequenze sono già ampiamente riconosciute a livello mondiale come frequenze dedicate anche alla tecnologia RFID.

Hanno comportamento e caratteristiche molto simili all'UHF e, grazie alla regola che l'antenna deve essere legata alla lunghezza d'onda, consentono di ridurre la dimensione dell'antenna del tag permettendo una ulteriore miniaturizzazione dell'etichetta. Ovviamente alla riduzione dell'antenna corrisponde una riduzione dell'apertura ovvero della capacità di captare energia dal campo EM incidente



Il campo EM può essere più facilmente direzionabile anche con antenne molto compatte ottenendo aree di lettura molto ristrette e direzionali (è la frequenza utilizzata nel pagamento autostradale anche grazie a questa caratteristica),

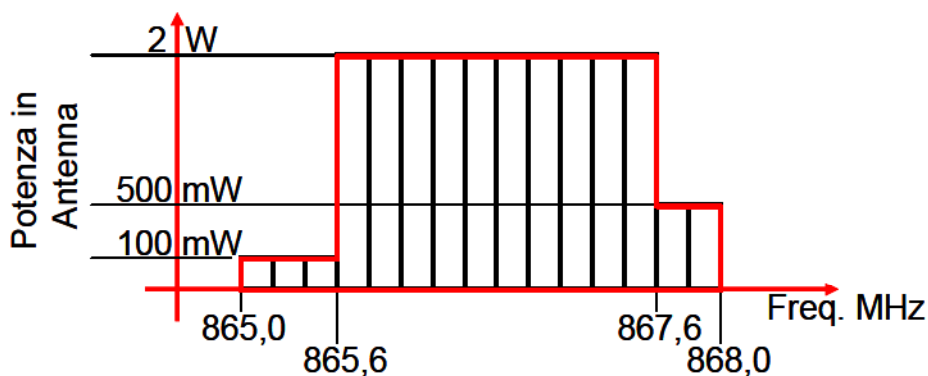
Le funzionalità non si discostano da quelle dei tag UHF: attivi, semi-attivi e passivi; con memoria da 64/96 bit (semplice dispositivo di ID) a diversi Kbytes e scelta tra "R/O" (tipicamente ID), "WORM" (dispositivi one time field programmable = OTP) e "R/W"

μOnde – 2,4, 5,8GHz – Sommario delle caratteristiche	
Accoppiamento	Elettromagnetico
Raggio di Operatività	Da 2 a 5m per tag passivi possono superare i 30-50m se attivi.
Capacità di Lettura/Scrittura	Disponibili sia del tipo R/O che R/W.
Capacità di Trasporto Dati	Sia passivi che attivi portano da 128 bit ad alcuni kbit (attivi).
Velocità trasferimento dati	Dipendendo strettamente dal tipo di dispositivo può arrivare fino ad 1 Mbit/sec ma i valori più tipici sono tra 100 e 250 kbit/sec.
Tempo di Lettura	Strettamente dipendente dalla quantità di dati da trasferire e dalla velocità di trasmissione supportata. Per esempio a 100kbit/sec sono sufficienti circa 0,3 secondi per leggere 32 kbit. Ma bastano 0,05 sec per leggere alcune decine di tag da 128 bit.
Lecture Multiple	Sono disponibili sia dispositivi per letture singole che multiple (anticollisione).
Formati	Sono disponibili vari formati per soddisfare le diverse esigenze ambientali compresa l'applicabilità a unità metalliche.
Costi	Essendo ancora un mercato di nicchia, quindi con volumi limitati, i costi sono tipicamente maggiori dell'HF ed UHF.
Applicazioni	Indispensabili quando la lettura deve essere eseguita su oggetti in movimento estremamente veloce (p.e. auto ai caselli autostradali). Le applicazioni più tipiche contemplano il pagamento dei pedaggi autostradali, il controllo accessi e logistica militare.
Note	Le prestazioni sono pesantemente ridotte in presenza di metalli, liquidi, tessuti organici ed umidità.

4.5. Il documento ETSI EN302-208



Nel caso dell'RFID va richiamato un documento importante per la normativa delle frequenze UHF a livello della comunità europea ed italiana in particolare. Il 18 Ottobre 2004 l'ETSI ha pubblicato il documento EN302-208⁵ dove vengono sancite le norme sulle frequenze 865-868 e dove viene autorizzata una potenza di trasmissione di 2 W contro i 25 mW erp (effective radiated power) precedentemente consentiti per buona parte della banda (vedi figura). Le varie nazioni possono recepire o meno le normative ETSI e/o limitarne ulteriormente la validità. Un esempio significativo è il caso italiano dove il Ministero della Difesa impone una limitazione della potenza emessa a 25 mW contro i 500 ad oggi consentiti nella maggior parte d'Europa.



Con riferimento alla figura che delinea lo spettro regolamentato dal documento e le note tecniche che lo accompagnano si possono fare le seguenti osservazioni:

1. E' possibile utilizzare lettori che emettono 2 Watt ERP tra 865,6 e 867,6 MHz. Questi due MHz sono suddivisi in 10 canali da 200 kHz l'uno. Nei due canali da 200 kHz tra 867,6 e 868 MHz è possibile irradiare una potenza di 500 mW mentre nei tre canali tra 865 e 865,6 MHz è possibile emettere un decimo di Watt.

2. I lettori devono adottare una politica LBT (Listen Before Talk) devono cioè 'ascoltare prima di parlare' per verificare che altri trasmettitori non stiano già utilizzando il canale. Se viene rilevata la presenza di un'altra unità attiva il lettore

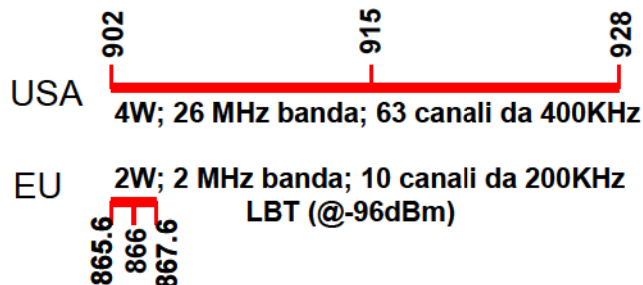
⁵ ETSI EN 302 208-1 v1.1.1. (2004-09) Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Radio Frequency Identification Equipment operating in the band 865 MHz to 868 MHz with power levels up to 2 W; Part 1: Technical requirements and methods of measurement.

deve passare all'uso di un altro canale (procedura definita anche Adaptive Frequency Agility – AFA). La normativa definisce la sensibilità della funzionalità LBT a -96 dBm nella banda di emissione a 2 W; -90 dBm nel caso di 500 mW e -83 dBm quando la potenza di emissione è dell'ordine di 100 mW.

3. Al fine di assicurare un accesso equo allo spettro l'approccio LBT+AFA, ascoltare prima di trasmettere e cambiare canale nel caso, viene suggerito da ETSI come obbligatorio. Così come il fatto che il lettore può trasmettere per un periodo massimo di 4 secondi e poi spegnersi per almeno 0,1 secondi. Ai lettori che non adottano la policy LBT viene consentito di trasmettere solamente per un decimo del tempo (duty cycle del 10%).

Implicazioni

L'aver portato la potenza emessa al livello di 2 Werp (circa 3,2 W eirp), contro i 500 mW precedentemente consentiti, è stato utilissimo per avvicinare il sistema europeo alle prestazioni dei sistemi statunitensi dove la potenza ammissibile è di 4 W eirp. Come si è detto in altre parti del testo a parità di caratteristiche del tag e di tutte le altre condizioni al contorno è la potenza in trasmissione del lettore che determina la portata di lettura e scrittura. La potenza di 2 W ora consentita coniugata con le specifiche dei tag di Class 1 / Generation 2 consentirebbe di ottenere prestazioni comparabili. Rimane comunque una differenza sostanziale tra Europa ed USA (vedi grafico di comparazione)



Restano tuttavia alcune controindicazioni legate ai livelli LBT.

A 900 MHz un livello LBT di -96 dBm vuol dire che un lettore con potenza in antenna di 2 W sentirà la presenza di un lettore equivalente che si trovi nel raggio di circa 50 miglia (80 km). Il calcolo è puramente teorico e in totale assenza di ostacoli tra l'unità trasmittente e quella 'in ascolto' ma dà ragione a chi avanza l'ipotesi che le limitazioni poste dall'ETSI rendano abbastanza improbabile che una coppia di lettori all'interno dello stesso magazzino, se non di una stessa area industriale, possano utilizzare lo stesso canale. Si può ipotizzare che in grossi centri di distribuzione e logistici, dove possono essere ipoteticamente installati un centinaio o più di lettori, questo problema possa causare l'impossibilità ad operare.

5. Gli Standard

Tag e dispositivi di lettura/scrittura devono condividere, per poter comunicare, ben più che non la sola frequenza. I protocolli di interfaccia, il formato, il contenuto dei dati e la loro interpretazione, gli algoritmi di codifica e altre specifiche tecniche devono essere compatibili affinché un sistema esteso ed aperto possa funzionare. Esistono diversi enti ed iniziative che si pongono l'obiettivo di definire e diffondere degli 'standard' che possano facilitare – garantendo anche l'utente finale – lo sviluppo e la diffusione di sistemi interoperabili.

Nei paragrafi seguenti sono delineati alcuni degli enti normatori considerati i più importanti e richiamati gli standard emessi a coprire la tecnologia RFID.

5.1. Che cosa è uno standard?

Un punto di partenza utile può essere la definizione che ne dà l'International Standards Organisation (ISO): *"Gli standards sono accordi documentati che contengono specifiche tecniche od altri criteri precisi da utilizzare in modo consistente come regole, linee guida o definizioni di caratteristiche al fine di garantire che materiali, prodotti, processi e servizi siano idonei allo scopo."*

Gli standard danno un contributo immenso a moltissimi aspetti della nostra vita e generalmente senza che ce ne rendiamo conto. Solo nel momento in cui c'è mancanza di questi ci si rende evidente la loro importanza. Per esempio quando acquistiamo od utilizziamo un prodotto ci rendiamo conto se è incompatibile con le apparecchiature che già abbiamo o se sono di scarsa qualità o malfunzionanti o pericolosi. Quando invece i prodotti che acquistiamo od utilizziamo funzionano correttamente lo diamo come automatico e scontato.

Ma il ruolo degli standard è da sempre fondamentale nel garantire gli adeguati livelli di qualità, sicurezza, affidabilità, efficienza e, fondamentale nel mondo moderno, per assicurare interoperabilità e intercambiabilità. Senza dimenticare inoltre che tutti questi vantaggi vengono ottenuti a costi economicamente vantaggiosi poiché è grazie agli standard che i mercati si ampliano e che si garantisce un adeguato livello di competizione.

Interoperabilità è l'aspetto più importante che uno standard conferisce ad una qualsiasi apparecchiatura: la capacità di operare in congiunzione con qualsiasi altro apparato che risponda allo stesso standard.

Nel contesto dell'RFID e delle etichette intelligenti il riferimento a specifiche tecniche deve prendere in considerazione quattro tipologie di standard:

- **Standard Tecnologici** – che hanno a che fare con le caratteristiche fisiche, come l'interfaccia a radio frequenza (air interface) il tipo di modulazione ed il protocollo per lo scambio dei dati, che devono essere comuni per garantire la compatibilità e l'interoperabilità in sistemi prodotti da costruttori diversi.
- **Standard dei Dati** – che definisce la modalità con cui i dati sono strutturati sempre per soddisfare i requisiti di compatibilità ed interoperabilità,
- **Standard Applicativi** – che si riferiscono al modo in cui la tecnologia viene utilizzata in applicazioni particolari per assicurarne un uso consistente. Molti dispositivi necessitano unicamente degli standard tecnologici ma in molte applicazioni in sistemi aperti che si basano sul trasporto di dati, come le etichette RFID, ci si deve assicurare che i dati creati alla sorgente siano perfettamente comprensibili da chiunque li riceva.

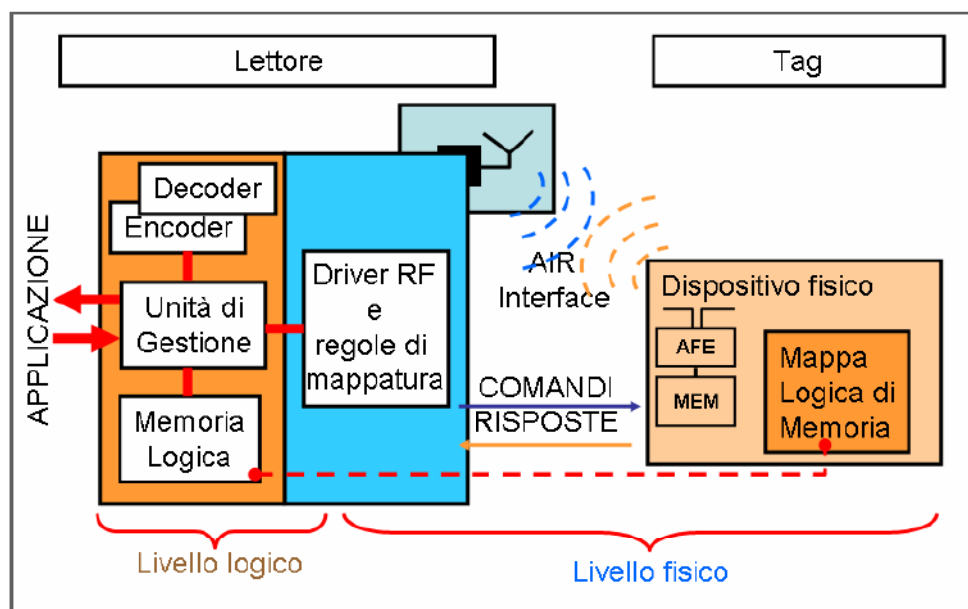


Figura 5.1 • La struttura del colloquio Tag-Lettore è divisibile in due livelli: un livello fisico che ne definisce le caratteristiche tecnologiche ed un livello logico che ne struttura ed organizza i dati.

Questi diversi livelli di standardizzazione possono essere individuati nello schema a blocchi ideale riportato in figura 5.1; il livello fisico si identifica con gli “standard tecnologici” mentre il livello logico fa riferimento alla standardizzazione dei dati.

Infine, non per rispondere strettamente alle necessità specifiche della tecnologia ma per soddisfare altre necessità di coesistenza con altri settori, il sistema deve rispondere agli

Standard di Conformità – che fanno riferimento al modo in cui il sistema deve operare per essere accettabile nei confronti di criteri operativi particolari o criteri di salvaguardia per la salute pubblica.

Per esempio nel caso dell’RFID, che opera utilizzando le onde radio, è necessario garantirne la conformità ai regolamenti ed alle normative che determinano l’uso dello spettro RF. Le etichette e i sistemi di lettura condividono con altri sistemi lo spettro delle onde radio e sono di conseguenza soggetti alle regolamentazioni del caso. Questi aspetti normativi si aggiungono a quelli di base dello standard tecnologico e possono variare da paese a paese e cambiare nel tempo.

Nel seguito si farà principalmente riferimento agli standard tecnologici e dei dati quali fondamento dell’interoperabilità dei sistemi.

5.2. Gli enti standardizzatori

Due sono gli enti con maggiore influenza su quest’area dell’identificazione automatica e che si preoccupano di generare gli standard per la tecnologia RFID e che si muovono in alcuni casi in collaborazione. L’istituzionale ed universalmente riconosciuto International Standard Organization, più noto come ISO e l’emergente EPC Global.

L’ISO nasce nel 1946 quando i delegati di 25 nazioni decisero di creare una nuova organizzazione il cui obiettivo fosse quello di facilitare il coordinamento internazionale per l’unificazione degli standard industriali. Oggi l’ISO è composta da delegati in rappresentanza di 148 paesi, ha sede a Ginevra, e continua con estremo successo la sua attività gestendo la standardizzazione nei più diversi settori industriali.

EPC Global è invece una joint venture più recente tra EAN International e lo Uniform Code Council (UCC) le due organizzazioni mondiali che ancora oggi garantiscono a livello globale il controllo e l’assegnazioni dei numeri identificativi utilizzati nel più diffuso codice a barre e delle relative tecnologie a supporto della filiera di fornitura (supply chain) dei più ampi settori industriali.

La loro unione con l'assorbimento dell'Auto-ID Center, un progetto di ricerca accademico avviato presso il Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) affiancato da diverse università statunitensi e non, ha dato corpo ad EPC Global che è un'organizzazione privata ed indipendente senza scopo di lucro per sviluppare le stesse funzioni che EAN ed UCC svolgevano per la tecnologia dei codici a barre ma portata verso la tecnologia RFID (Radio Frequency Identification).

5.3. Gli Standard ISO



L'ISO è stata la prima a portare gli standard nel mondo delle 'smart card', le schede intelligenti sia a contatto che 'contactless', ovvero senza contatti, e che usano la radiofrequenza come vettore per lo scambio di informazioni.

Due gli standard introdotti in questo settore:

- ISO14443 - Identification cards - Contactless integrated circuit(s) cards – Proximity
- ISO15693 - Identification cards - Contactless integrated circuit(s) cards – Vicinity

Successivamente ed espressamente per il mondo RFID sono stati emessi gli standard per il livello fisico sotto il protocollo ISO 18000 che si suddivide nelle sei parti seguenti:

- ISO18000 Part 1 – Generic Parameters for the Air Interface
- ISO18000 Part 2 – Air Interface Communications <135 kHz
 - Tipo A (FDX) @ 125 kHz e Tipo B (HDX) @ 134.2kHz
- ISO18000 Part 3 –Air Interface Communications at 13.56 MHz
 - Modo 1 basato sulla ISO 15693 con aggiunte varianti per migliorare la gestione di oggetti singoli.
 - Modo 2 è un'interfaccia ad alta velocità.
- ISO18000 Part 4 –Air Interface Communications at 2.45 GHz
- ISO18000 Part 6 –Air Interface Communications a 860 to 930 MHz
 - Tipo A e Tipo B che differiscono sia per tipo di codifica, modulazione ed anticollisione
- ISO18000 Part 7 –Air Interface Communications at 433 MHz.

Ovviamente l'ISO si è impegnata anche sul fronte logico ed applicativo definendo alcuni standard relativi:

- ISO/IEC 15961:2004 - Radio frequency identification (RFID) for item management - Data protocol: application interface.

- ISO/IEC 15962:2004 - Radio frequency identification (RFID) for item management - Data protocol: data encoding rules and logical memory functions.
- ISO/CD 17363 - Supply chain application for RFID - Freight containers
- ISO/WD 17364 - Supply chain application for RFID - Transport units
- ISO/WD 17365 -Supply chain application for RFID - Returnable transport items
- ISO/WD 17366 - Supply chain application for RFID - Product packaging
- ISO/CD 17367 - Supply chain application for RFID - Product tagging

Da non trascurare gli standard espressamente sviluppati per la tracciabilità animale:

- ISO 14223/1:2003 - Radio frequency identification of Animals, advanced transponders - Air interface
- ISO 11785:1996 - Radio-frequency identification of animals - Technical concept
- ISO 11784:1996 - Radio-frequency identification of animals - Code structure.

5.4. EPC Global

Nei laboratori di Auto-ID Center è stata avviata nel 1999 l'attività di ricerca e sviluppo per la definizione di una architettura standard aperta allo scopo di creare una rete globale di oggetti fisici definita un' "Internet delle cose" (Internet of things). Questo obiettivo è raggiungibile attraverso la tecnologia RFID che diventa il mezzo per collegare in modo trasparente gli oggetti alla rete globale: la EPCglobal Network.

Quest'ultima è composta di cinque componenti:

- l'Electronic Product Code (EPC) – un 'codice a barre' elettronico che identifica il produttore, il prodotto, la versione ed il numero di serie di ogni singolo oggetto;
- un sistema di identificazione o 'System ID' - composto da un'etichetta elettronica, o tag, e da un lettore (reader).
- l'EPC MiddleWare – il software che consente lo scambio di informazioni tra il lettore ed il sistema informativo a cui si collega;
- un 'Discovery Service' – una rete di nodi di servizio hardware e software in grado di trovare i dati correlati con quello specifico codice EPC;
- un 'Servizio Informativo EPC' – che consente agli utilizzatori di

scambiare dati basati sul codice EPC.

Ovviamente EPC Global si preoccupa di proporre degli standard per tutti i cinque livelli sopra richiamati ma per gli scopi di questa esposizione ci fermeremo a quelli fondamentali dell'air interface e della codifica dei dati.

Ad oggi le specifiche sono alla Versione 1.1 e prevedono le seguenti categori di 'air interface':

- 900 MHz Class 0 Radio Frequency (RF) Identification Tag Specification – In questo documento viene definita l'interfaccia di comunicazione ed il protocollo di comunicazione alle frequenze di 900 MHz (UHF) per tag detti di Classe 0.
- 13.56 MHz ISM Band Class 1 Radio Frequency (RF) Identification Tag Interface Specification. Interfaccia e protocollo per tag di Classe 1 nella banda dei 13.56 MHz (HF).
- 860MHz - 930 MHz Class 1 Radio Frequency (RF) Identification Tag Radio Frequency & Logical Communication Interface Specification. Interfaccia e protocollo per tag di Classe 1 nella banda 860 - 930 MHz (UHF).

La categorizzazione in classi fa riferimento alle funzionalità base dei tag con questo schema:

- Classe 0 – Passivi, Read Only, ovvero il codice viene programmato al momento della sua produzione ed è poi immutabile,
- Classe 0+ – con lo stesso protocollo della Classe 0 ma riscrivibili,
- Classe 1 – Passivi, Write Once Read Many, il codice viene scritto una prima volta dall'utente e diventa poi immutabile.

La classificazione EPC prevede cinque classi ma le due appena riportate rappresentano le più significative, anche se verranno rese obsolete dalla Classe 1 / Generazione 2 approvata alla fine dello scorso anno, mentre le Classi 2, 3, 4 e 5 non sembrano sollevare, per il momento, interessi particolari.

Classe 1 / Generazione 2

Le specifiche della Classe 1 / Generazione 2 – comunemente richiamate con il termine Gen2 – sono state sviluppate per superare le limitazioni presentate dalle specifiche precedenti che erano nate rispettivamente in casa di Alien Technology e Matrix e ratificate poi da EPC Global.

Le nuove specifiche sono quindi destinate a sostituire le precedenti. Nella tabella che segue sono riportate in sintesi le principali differenze.

Comparazione tra i tag di Gen1 e Gen2

	Gen 1	Gen 2	Note
Dati EPC	64-96 bits	96-512 bits	Le applicazioni a 64 bit sono destinate al phase-out.
Frequenze	860-930 MHz	860-960 MHz	L'air interface ed i protocolli di modulazione sono compatibili con le limitazioni delle diverse regioni: USA, Europa e Giappone e consistenti con lo standard ISO 18000-6c
Velocità di lettura	Lo standard Gen2 non specifica una velocità minima. Un tag Gen2 può essere capace di diverse velocità sia in trasmissione che in ricezione che vengono gestite dal lettore nel momento in cui il tag viene letto o scritto. La cautela adottata nel non definire questo parametro è legata ai così tanti fattori che possono influenzare l'effettiva operatività nel mondo reale. Molti lettori Gen2 saranno capaci di adattarsi automaticamente a questi fattori ambientali compreso il livello di interferenze RF, il numero di tag e di lettori presenti e al livello di potenza relativo, alla quantità e al tipo di dati da scambiare e al livello di sicurezza da considerare. In generale si riconosce ai tag Gen2, a parità di condizioni, una velocità significativamente superiore a quelli Gen1.		
Velocità minima di scrittura	3 tag/secondo	5 tag/secondo	Le specifiche Gen 2 consentono una velocità di scrittura molto superiore ma comunque legata alla quantità di dati
Verifica della scrittura	Opzionale, supportata dall'encoder	Supportata nell'air interface	La verifica dopo scrittura è supportata dai tag Gen 2 ma è opzionale da parte dell'encoder.
Riscrittura del tag	Limitata	Illimitata	
Sicurezza	password da 8-bit	Password da 32-bit separate per bloccare o uccidere il tag e per accedere alle diverse porzioni di memoria. La memoria può essere bloccata in modo permanente o reversibile. E' possibile bloccare il colloquio con lettori non-autenticati.	La sicurezza dei tag Gen2 è assolutamente superiore a quanto offerto dalla Gen1.

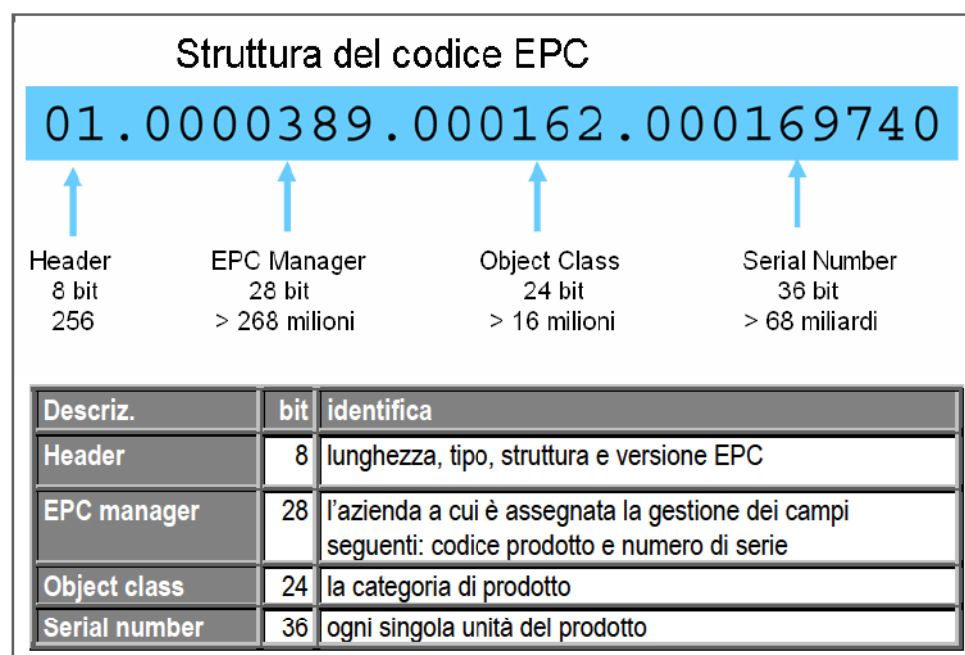
Nonostante il fatto che le specifiche definiscano uno standard lasciano, nella loro implementazione, ampio spazio ai produttori di chip così da far nascere più varianti di quanto siano le necessità degli utenti finali. Le

Gen2 specificano infatti una serie di caratteristiche fondamentali con l'aggiunta poi di prestazioni opzionali che è discrezione dei produttori implementare a seconda degli obiettivi degli stessi.

5.5. L'Electronic Product Code

Nel documento "EPC Tag Data Specification Version 1.1 Rev. 1.27", pubblicato nel Maggio di quest'anno, sono raccolte le ultime regole per la codifica dei dati all'interno dei tag EPC.

L'identificatore EPC è infatti uno schema di meta-codifica progettato per supportare le necessità di diversi settori industriali sia incorporando schemi già esistenti che definendo, se necessario, nuove codifiche. I vari schemi di codifica sono definiti 'identificatori di dominio' (Domain Identifier) e si riferiscono a settori industriali o a gruppi di industrie particolari. Come tale l'EPC rappresenta una famiglia di codifiche ed un mezzo per renderle uniche all'interno di tutti i possibili tag che rispettino lo standard EPC.

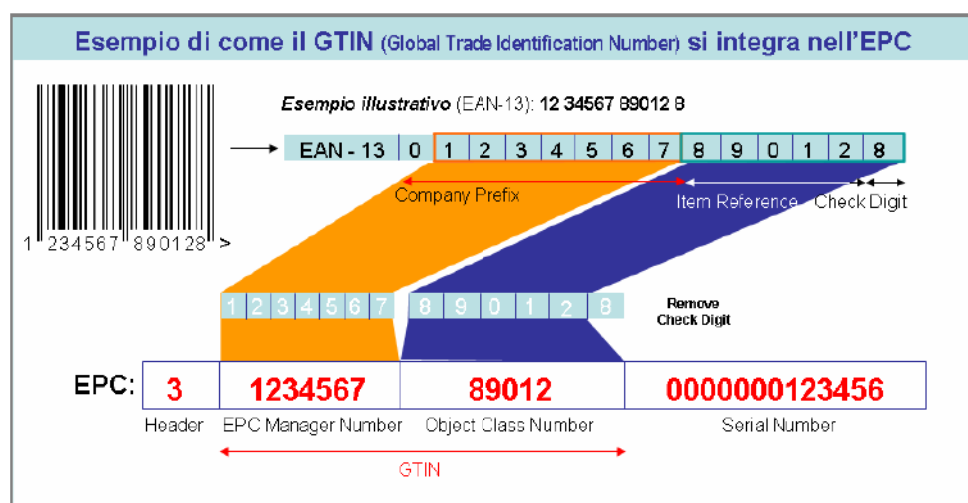


In figura un esempio di codice EPC con la definizione dei diversi campi che lo compongono.

Ogni chip EPC conterrà quindi un numero identificativo, tipicamente di 96 bit, che fornirà una identificazione unica, non ambigua, indipendente dal contesto e non duplicabile per la vita. Contrariamente al codice GTIN (Global Trade Item Number) dell'EAN/UCC che identifica il tipo di prodotto ed il produttore (p.e. 500 gr. spaghetti n°8 Barilla SpA) ma non consente di distinguere tra oggetti dello stesso tipo, il numero EPC identifica ogni oggetto individualmente.

Nelle ultime versioni del documento di EPC Global sono state inserite anche codifiche che precedentemente erano previste unicamente per il barcode. Tra queste:

- EAN.UCC Global Trade Item Number (GTIN®),
- EAN.UCC Serial Shipping Container Code (SSCC®),
- EAN.UCC Global Location Number (GLN®),
- EAN.UCC Global Returnable Asset Identifier (GRAI®),
- EAN.UCC Global Individual Asset Identifier (GIAI®), e del
- General Identifier (GID),



In figura è riportato come esempio l'integrazione della codifica corrente del GTIN in EAN-13 verso l'EPC.

5.4. Altre organizzazioni che generano norme e standard



ISO ed EPC non sono gli unici organi che si occupano di definire degli standard che coinvolgono la tecnologia RFID sia sul fronte degli standard espressamente dedicati all'applicazione sia per le regolamentazioni di altri settori con cui la tecnologia interagisce. Alcuni di questi sono riportati nella tabella seguente:

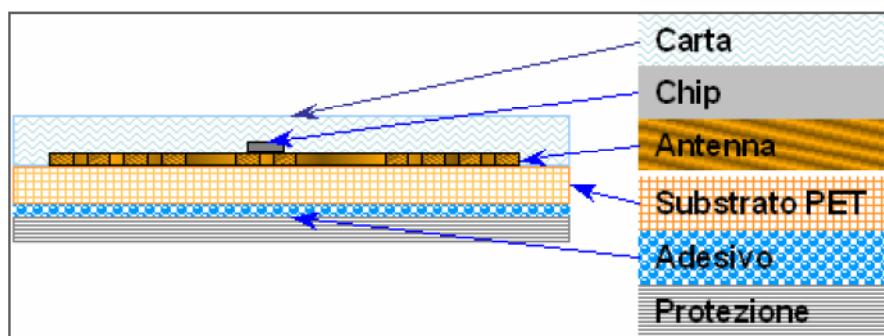
Organizzazione	Missione	Sito	Area di influenza
ANSI	Commercial Trade Standards	www.ansi.org	USA
APEC	Commercial Trade Standards	www.apec.org	Asia-pacifico
APICS	Supply Chain Business Process	www.apics.org	Globale
CEN	Commercial Trade Standards	www.cenorm.be	Europa
CEPT	RF broadcast standards	www.cept.org	Europa
EAN	Supply Chain ID and EDI	www.ean-int.org	Globale
ECCC	Barcodes and e-commerce	www.eccc.org	Canada
FCC	RF Broadcast Regulations	www.fcc.gov	USA
ISO	Commercial Trade Standards	www.iso.ch	Globale
MPHPT	RF broadcast standards	www.soumu.go.jp	Giappone
UCC	Supply Chain and EDI	www.uc-council.org	USA

6. Le etichette intelligenti

6.1. Anatomia di una etichetta intelligente

L'etichetta non è altro che un sandwich multistrato – vedi figura - con ognuno dei livelli che lo compongono che svolge una sua funzione specifica.

Lo strato superiore di carta svolge sia il compito di proteggere l'antenna ed il chip sottostante sia quello di fungere da ovvio supporto per la stampa dei dati visibili e leggibili dell'etichetta. Il tipo di carta deve essere ovviamente adatto al tipo di stampa che nella maggior parte dei casi avviene per trasferimento termico sia per la sua economicità che per la buona qualità grafica ottenibile. La stampa ad impatto deve normalmente prevedere uno stato di carta più consistente per evitare potenziali danni al chip sottostante.



L'economicità delle etichette si esplica ancor meglio quando è possibile gestirle automaticamente sia nella stampa che nell'applicazione. Per questo motivo si presentano molto spesso sotto forma di nastri continui arrotolati in pizze di 1000 o più pezzi.

L'antenna ed il chip sono la parte attiva dell'etichetta. Come già detto, nel chip risiede l'intelligenza del dispositivo e sono conservate le informazioni da scambiare con il sistema mentre l'antenna consente sia di captare l'energia per attivare il chip che di comunicare con il lettore interagendo con il campo emesso.

Il substrato, normalmente in PET o altri materiali plastici, fornisce la base sicura per sostenere l'antenna ed il chip. Chip, antenna e substrato costituiscono quello che viene normalmente denominato **inlay**.

L'adesivo è la porzione più importante poiché ad esso è legata la capacità di mantenere l'etichetta aderente al prodotto perché possa

svolgere la sua funzione principale: l'identificazione del prodotto a cui è collegata. Sono ovviamente disponibili diversi tipi di adesivi a seconda dell'applicazione a cui l'etichetta è destinata. Per esempio sono necessari adesivi resistenti alle basse temperature se il prodotto deve essere conservato in ambienti refrigerati.

Il nastro di protezione difende l'adesivo durante i processi di stampa e gestione delle etichette prima della loro applicazione al prodotto. Dopo che l'etichetta è stata stampata viene rimosso per rendere la superficie adesiva disponibile all'applicazione.



Figura 6.1 • Esploso di una etichetta HF con codice a barre EAN e relativa stampa in formato umanamente intelligibile. In alto a destra il marchio AIM ad indicare che l'etichetta è intelligente.

Dall'esterno una etichetta intelligente può quindi apparire pressoché identica ad una etichetta normale. Per questo AIM Global ha sviluppato e proposto un simbolo che fosse in grado di identificare questa nuova generazione consentendo nel contempo di individuarne le caratteristiche fondamentali quali, per esempio, frequenza e tipo di codifica. In figura 6.1 questo marchio è chiaramente visibile.

6.2. Cosa c'è di così intelligente in una etichetta intelligente?

Provate a rispondere a queste domande:

1. se il tag per qualunque motivo dovesse guastarsi?
2. se volessi capire immediatamente "a vista" cosa c'è scritto nel tag?
3. se lungo la filiera non tutti fossero equipaggiati con la tecnologia RFID?
4. se per il malfunzionamento di un lettore/encoder non riuscissi più a leggere il tag?

Tutte domande ragionevoli. Il tag RFID, proprio perché non richiede di essere nella 'vista' del lettore per consegnare le sue informazioni, non è parimenti leggibile da occhio umano.

Per ovviare a quello che inizialmente è stato visto come uno dei vantaggi principali della tecnologia ma che di fronte a certe obiezioni diventa un ostacolo diventa 'intelligente' stampare sulla superficie di carta dello smart tag delle informazioni in formato otticamente leggibile: "nero su bianco". Stampando l'equivalente del vecchio codice a barre così come i caratteri numerici che normalmente lo accompagnavano consente di rispondere alle domande di apertura.

Se il tag, per un malaugurato guasto, non dovesse rispondere al lettore ecco che può venire in soccorso il buon vecchio lettore di barcode (sempre che non l'abbiate buttato!).

Se avete spedito la scatola o il pallet ad un cliente che non ha ancora deciso di utilizzare la tecnologia eviterete di metterlo nei guai. Le informazioni per lui indispensabili per gestire la vostra spedizione saranno in ogni caso disponibili sul barcode stampato sull'etichetta.

6.3. Stampare le etichette intelligenti

E' sicuramente improprio parlare di 'stampa' nel caso delle etichette intelligenti poiché sono almeno tre le operazioni da compiere per la loro preparazione:

- programmare la parte RFID,
- stampare le informazioni leggibili ed il barcode,
- verificarne i contenuti (del tag e della stampa).

Le strade percorribili sono due:

- stampare la etichette con una normale stampante per codici a barre e successivamente, dopo averle separate dal nastro che le raccoglie, programmarle con un encoder di qualsiasi tipo: portatile, da tavolo, ecc.
- oppure utilizzare stampanti già equipaggiate con encoder RFID che rende pressoché contemporanee le due operazioni.

Questo secondo approccio è sicuramente preferibile, anche se leggermente più costoso, perché molto meno laborioso e parimenti meno soggetto ad errori umani e di dissincronia tra informazioni nel tag e sull'etichetta.

Programmare il tag RFID

E' probabilmente la parte più delicata per le motivazioni contrarie a quelle viste finora: mentre si cerca di aumentare la distanza operativa dei tag, nel caso della loro programmazione quando sono ancora in rotolo e prossime l'una all'altra pone ai progettisti dei sistemi automatici di stampa e delle stampanti il problema di isolare correttamente ogni singola etichetta per la relativa programmazione.

L'encoder/reader integrato nelle stampanti viene collocato in stretta prossimità dell'etichetta in fase di programmazione ed opera, anche per questo motivo, con potenze limitate e sfruttando normalmente quello che viene definito un campo a corto raggio (near field).

Stampare l'etichetta

Nello stesso momento in cui viene programmato il tag vengono anche stampate, sulla superficie cartacea dell'etichetta, le informazioni visibili. Queste informazioni comprendono normalmente un codice a barre, che replica, in tutto od in parte, le informazioni contenute nel tag, e le informazioni leggibili dall'operatore umano. Normalmente viene anche stampato un simbolo che identifica l'etichetta come contenente anche un tag RFID. Nell'immagine di figura 6.1 è evidenziato il simbolo suggerito da AIMGlobal a questo scopo.

Verificarne i contenuti

Dopo che il tag è stato programmato e la stampa completata è di vitale importanza che entrambi i contenuti vengano verificati e questo viene fatto semplicemente rileggendo l'etichetta. Se alla rilettura si ottengono le stesse informazioni che erano state programmate l'etichetta appena prodotta è una etichetta valida.

Ma quando la rilettura non riporta le informazioni che ci si attendeva è necessario rendere invalida l'etichetta cosa che viene normalmente fatta

stampando sulla sua superficie una griglia che ne renda visibilmente evidente la non funzionalità.

La stampante a questo punto provvederà a programmare una nuova etichetta con gli stessi contenuti precedentemente elaborati.

Solo a questo punto l'etichetta con il contenuto corretto potrà essere prelevata dall'uscita della stampante ed applicata al prodotto di cui deve portare l'identità. Questa operazione può essere sia manuale che automatica come può essere, per esempio, in sistemi di produzione altamente integrati – lo stesso che avviene oggi con le etichette con solo codice a barre.

E' ormai da tempo che i produttori di stampanti stanno sviluppando ed hanno sviluppato unità capaci di scrivere e programmare etichette intelligenti anche se la domanda dal mercato non è stata particolarmente brillante frenata dal fatto che la tecnologia era ancora in evoluzione. Per proteggere l'investimento dei loro clienti sono state percorse due strade:

- offrire stampanti equipaggiate con encoder RFID programmabili sul campo per poter eseguire, con una semplice operazione di aggiornamento del software interno, l'adeguamento richiesto per supportare le eventuali nuove generazioni; oppure
- offrire stampanti per codici a barre ma "pronte per l'RFID" (RFID-ready) in grado di alloggiare in un secondo momento l'encoder all'ultimo livello di aggiornamento.

Questa ultima soluzione è sicuramente da prendere in considerazione quando si debbano fare investimenti per il barcode ma si voglia tenere aperta la strada all'evoluzione con investimenti, a quel punto, più ridotti..

Prima di comparare tra loro le diverse stampanti vale però la pena di tenere presenti alcune considerazioni.

Le specifiche per la stampa dei codici a barre non sono cambiate e parametri come risoluzione, velocità di stampa e dimensioni dell'etichetta sono sempre validi.

In secondo luogo è necessario determinare che tipo di tag RFID deve essere programmato. Come abbiamo visto la scelta può cadere su HF (13,56 MHz), UHF (860-950 MHz) oppure microonde (2,4 GHz).

Come passo successivo è necessario identificare il tipo di tag, nella banda UHF ne esiste una lunga serie: EPC Classe 0, 0+, 1, Classe 1/Gen 2, ISO 18000-6A, ISO 18000-6B, Philips UCODE 1.19, Intermec Intellitag, ecc. Generalmente gli encoder delle stampanti di ultima generazione sono in grado di supportare contemporaneamente diversi standard ma non diverse frequenze di lavoro.

Ma questo non basta! A parità di chip a bordo i diversi produttori di etichette possono sviluppare o utilizzare antenne diverse per forma e dimensione con conseguente diversità di prestazioni ed un test diretto può essere utile.

6.4. Dove e Come collocare le etichette

Ad oggi la maggior parte dei mandati delle diverse catene del retail – Wal-Mart docet – richiedono che siano le scatole (unità commerciali o SKU) e i pallet (unità logistiche) ad essere equipaggiati con etichette RFID.

Per rispondere a questa esigenza sono possibili due soluzioni:

- prevedere l'etichetta già inserita nella scatola o nel pallet, oppure
- applicare l'etichetta esternamente.

Entrambe le soluzioni godono di alcuni pro e soffrono di contro. Nel caso in cui l'etichetta RFID sia già inserita nella scatola o nel pallet al momento della sua produzione valgono le seguenti considerazioni:

- chi produce le scatole per il confezionamento può ottenere migliori economie di scala,
- economie si possono ottenere dall'uso del solo inlay RFID che viene eventualmente protetto dal corpo stesso della scatola,
- però poi è indispensabile aggiungere l'etichetta, quella tradizionale, con il testo in formato leggibile,
- ed è l'infrastruttura che deve eventualmente adeguarsi per garantire una lettura efficiente e non viceversa, ovvero si perde in flessibilità.

Sull'altro fronte l'applicazione dell'etichetta in una fase successiva e separata garantisce:

- la flessibilità nella scelta del suo posizionamento determinato analiticamente o sperimentalmente,
- la possibilità di scegliere l'etichetta più adatta al tipo di materiale contenuto nelle scatole (liquidi, metalli, ecc.),
- la possibilità di adeguarsi rapidamente ad eventuali cambiamenti di standard.

Nel caso dei pallet può essere considerata la possibilità del riutilizzo: quando il pallet, equipaggiato di tag e quindi con la sua identità unica, raggiunge la fine del suo percorso viene ritornato al punto di partenza ed alla sua identità verranno assegnate, salvandole in un database, le informazioni relative al suo contenuto. Soluzione vantaggiosissima in un

sistema chiuso poiché consente un più rapido ammortamento dell'investimento e consente di sganciarsi pressoché completamente dalle problematiche legate all'eventuale evoluzione degli standard (non dovendo interagire con il mondo esterno). Più difficoltosa in un sistema aperto dove l'interazione con terze parti può richiedere adeguamenti facendo perdere buona parte dei vantaggi visti.

Le etichette intelligenti individuali pur essendo leggermente più costose di altre soluzioni offrono, in generale, alcuni altri indubitabili vantaggi che ne hanno fatto, e tuttora fanno, la scelta preferita:

- facili da usare,
- disponibili nei formati più disparati e con tag di diverse capacità e tecnologia,
- possono essere programmate ed applicate manualmente nel momento in cui i volumi siano contenuti e successivamente, all'aumentare delle quantità gestite, applicate con sistemi automatici.

6.5. Quanto costa una etichetta intelligente?

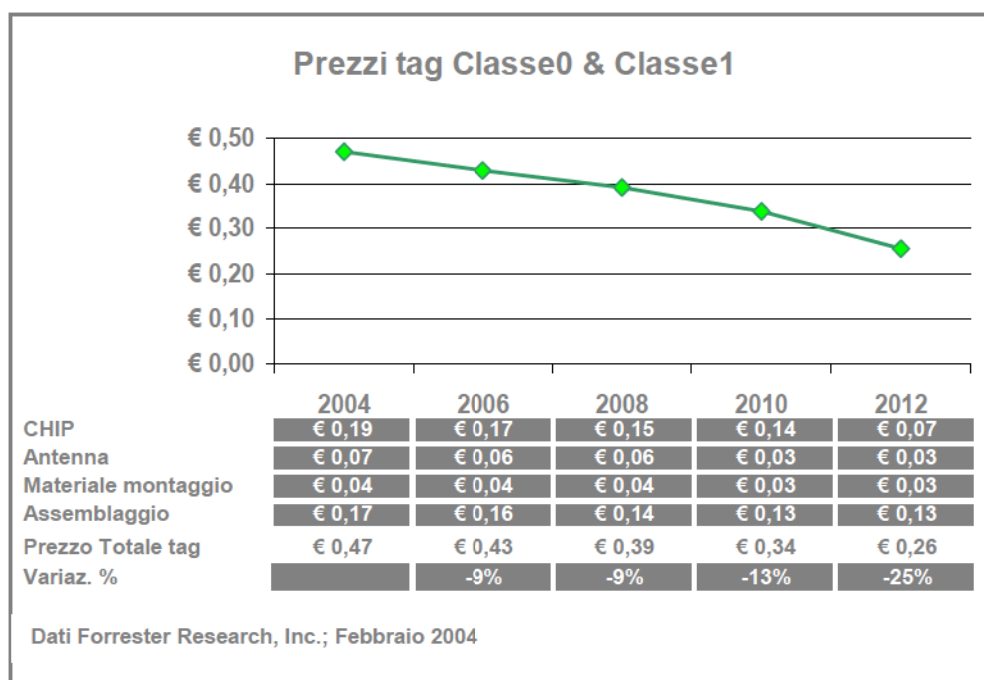
Se vi siete interessati di tecnologia RFID avrete sicuramente letto o sentito parlare di tag a 5¢ (centesimi di dollaro) e qualcuno sarà anche incappato in previsioni di tag ad 1 centesimo. La prima indicazione – i famosi 5¢ tag – furono previsti dall'allora Auto-ID center (oggi parte integrata in EPC Global) alla fine del 2001 e previsti da lì ad un anno ad oggi non ci è stato dato di incontrare concretamente sul mercato questo livello di prezzo. Tanto meno le previsioni relative ad 1¢ che alcuni articoli sulla stampa divulgativa hanno riportato citando fonti autorevoli.

La domanda rimane e non è facile se non impossibile dare una risposta viste le tantissime variabili in gioco nella definizione del prezzo.

E' comunque possibile dare una indicazione di massima prendendo in prestito i dati che Forrester Research Inc. ha pubblicato nel Febbraio 2004 che, anche se non freschissimi, crediamo non abbiano perso di una certa validità nell'indicare un intervallo di valori.

L'indagine svolta ha coinvolto un buon numero di produttori di chip e tag ed ha coperto tutte le diverse tipologie di etichette ma la nostra attenzione è rivolta alle etichette passive in UHF definite di Classe 0 e Classe1 secondo EPC – quelle di livello e costo più basso! (Rileggere le definizioni a pagina 58).

Le proiezioni di prezzo che si ricavano da questa indagine sono riportate nel grafico che segue dove sono state analizzate tutte le voci che vanno a costituire il costo finale del tag.



Anche la proiezione al 2012 è ancora cinque volte i tanto agognati 5 centesimi.

E' possibile che nuove tecnologie si affaccino nel frattempo – per esempio semiconduttori polimerici e materiali conduttivi entrambi direttamente stampabili per la realizzazione del chip e dell'antenna – ma finché la tecnologia rimarrà quella attuale sembra che l'obiettivo originario dell'Auto-ID Center non sia ancora raggiungibile.

6.6. E se il prezzo non è 5¢ ?

Se non si raggiunge la soglia fatidica è ragionevole supporre che:

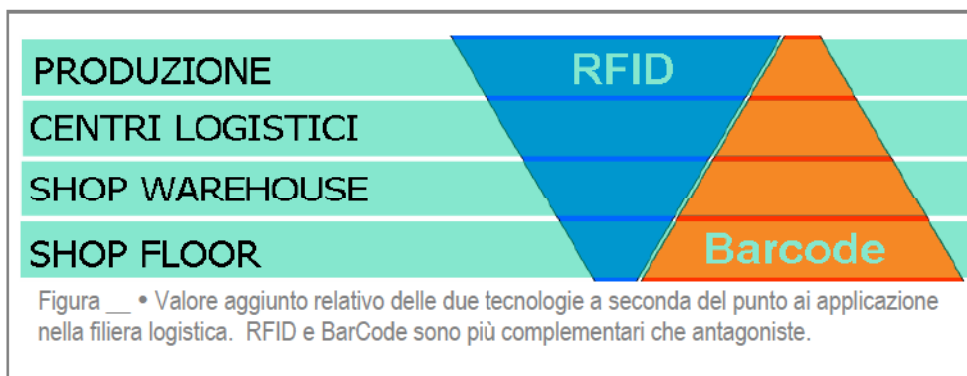
1. l'RFID non potrà avere la diffusione che oggi hanno i codici a barre soprattutto sull'unità consumatore (CPG o Consumer Packaged Good) ovvero sul prodotto che va sullo scaffale del supermercato e che il consumatore mette nel carrello della spesa.

Oggi più del 90-95% dei prodotti che si muove nel canale 'retail' (della grande distribuzione) è equipaggiato con codice a barre il cui costo, in alcuni casi, *"non vale nemmeno l'inchiostro con cui è stampato"*.

Se l'applicazione del tag può dare ritorno quando i prodotti sono di costo medio/medio-alto è invece impensabile immaginare l'applicazioni su prodotti a basso costo e/o dove i margini operativi sono particolarmente risicati.

2. l'applicazione del tag sia ragionevole, visti gli indubitabili vantaggi che essa può offrire, al livello di scatole ovvero di Stock Keeping Unit (SKU), o unità commerciale, che sono multipli, a volte anche consistenti, della singola unità prodotto (CPG).

A maggior ragione lo diventa al livello di unità logistica – per esempio il pallet – dove si consolidano più unità commerciali (scatole) in una unica unità adatta alla spedizione.



In figura si è idealmente delineato il livello di valore aggiunto - comparato al costo - che le due tecnologie offrono nei diversi punti della filiera logistica. Mentre l'RFID esprime le sue massime potenzialità dalla 'Produzione' al 'magazzino del supermercato' il codice a barre evidenzia il suo valore più vicino al consumatore finale.

Codice a barre ed RFID sono probabilmente destinati a convivere ancora per qualche anno nonostante le predizioni di morte prematura fatte da molti commentatori superficiali!

7. RFID: il grande fratello – un timore infondato

Sebbene l'area di maggiore sviluppo che prevediamo per la tecnologia sia quella relativa alla logistica che considera l'uso di smart tag a livello di scatole e pallet è anche vero che nel medio-lungo termine la tecnologia estenderà sempre di più la sua copertura verso l'unità consumatore ovvero sui singoli prodotti che ogni acquirente può mettere nel carrello della spesa. Questo, anche se in modo limitato, si è già realizzato e diventerà sempre più frequente su prodotti di un certo valore dove il costo della tecnologia viene più facilmente compensato dai vantaggi offerti.



E' ancora fresco nella mente di molti il caso che coinvolse Benetton all'inizio del 2003 quando la società annunciò di pianificare l'uso delle etichette intelligenti nei suoi capi di abbigliamento. Immediatamente venne attivata una campagna di boicottaggio da parte di una organizzazione che si diceva, e si dice ancora, porsi a difesa dei consumatori: la C.A.S.P.I.A.N. Venne addirittura aperto un sito - www.boycottbenetton.com – ancora oggi attivo e da cui abbiamo tratto questa interessante sequenza di Domande&Risposte (la traduzione letterale può apparire approssimativa ma si è voluto conservare al massimo la rispondenza al testo americano):

Q1: *Perchè Benetton stava facendo cio?*

A1: *Per un controllo efficiente dell'inventario. I tag possono essere letti da una distanza.*

Q2: *Non si possono disabilitare i tag?*

A2: *No. Non possono essere "posti a dormire", ma ognuno con l'equipaggiamento giusto può risvegliarli in ogni momento.*

Q3: *Perchè dovrei preoccuparmene?*

A3: *Questi tag vengono posti in diverse varietà di prodotti, non solo abbigliamento. In futuro, potrebbe essere impossibile andare in qualsiasi posto senza che una storia completa del vostro viaggio non sia registrata dai lettori di tag RFID.*

Q4: *Non è pura fantascienza?*

A4: *No. La tecnologia potrebbe non essere utilizzata oggi a questo scopo ma supporterà questa tracciabilità in futuro.*

La prima domanda è forse l'unica ad avere una risposta ragionevole a parte un piccolo dettaglio: il riferimento alla "distanza" che viene lasciato 'in sospeso' e non specificato lasciando al lettore immaginare distanze planetarie.

Chi abbia scorso le note di questa dispensa avrà avuto modo di notare che proprio la distanza operativa delle tag è uno dei parametri più discussi e che richiedono la massima attenzione per essere garantite di ... alcuni metri!

La risposta alla seconda domanda è sicuramente, almeno oggi, falsa. Nelle nuove generazioni di chip per RFID è espressamente previsto un comando definito "kill" (uccidi) che più chiarificatore non può essere. L'esecuzione di questo comando fa sì che il tag diventi disattivo e non più attivabile.

Un secondo aspetto che può evitare che "*chiunque con l'equipaggiamento corretto possa attivarle*" è compreso nella possibilità prevista che il colloquio tag-lettore avvenga con scambio di dati crittografati e non codificabili se non in possesso di una chiave di lettura. Meccanismo che è probabile ed auspicabile venga implementato dalla maggior parte delle catene di vendita.

Alla terza e alla quarta domanda si entra veramente nella fantascienza! Sempre rifacendosi al discorso delle distanze operative di alcuni metri realizzare una infrastruttura in grado di tracciare i nostri spostamenti con continuità sarebbe un'impresa titanica il cui costo difficilmente varrebbe la candela!

Va inoltre ricordato che nel tag, secondo la codifica EPC, è contenuto il codice identificativo del prodotto e non la nostra carta di identità. L'eventuale hacker posto all'uscita del supermercato con il suo "*equipaggiamento adeguato*" potrà ottenere, sempre che ci riesca, la lista 'parziale' della nostra spesa che può essere solo un utile suggerimento

che gli può risparmiare la noia di doversela preparare ma dovrà seguire i nostri gusti senza sapere chi ringraziare.

Non può esistere collegamento tra la nostra identità e l'etichetta collegata al prodotto che abbiamo acquistato se non nei file del supermercato che può registrare la nostra identità dalla carta di credito o dalla "carta fedeltà" che usiamo per conquistarci qualche sconto aggiuntivo. Ma questo sarebbe un comportamento 'non rispettoso della privacy' da parte del supermercato che lo avesse messo in atto e le cui informazioni, in ogni caso, terrebbe gelosamente custodite.

Come si può facilmente realizzare visitando i siti di chi svolge la campagna contro la tecnologia RFID (per esempio www.spychips.com, www.nocards.com,...) si basa principalmente sulla mancanza di conoscenza della tecnologia da parte della maggioranza del grande pubblico giocando ambigualmente con le informazioni.

Rimane comunque sentita, anche da parte delle organizzazioni che promuovono la tecnologia, la necessità di non urtare la sensibilità dei consumatori sugli aspetti della privacy e sono stati suggeriti dei protocolli di comportamento che prevedono, al minimo:

- la **notifica** ai consumatori – i prodotti devono essere marcati chiaramente ad indicare l'uso di tag RFID così come i consumatori devono essere informati che nell'esercizio viene fatto uso della tecnologia,
- garantire ai consumatori la **possibilità di disabilitare o rimuovere** il tag. L'etichetta RFID deve poter essere distaccata dalla confezione a cui è collegata o, per esempio, disabilitata alla cassa nel momento in cui il prodotto viene acquistato,
- garantire i consumatori che le regole nazionali sulla privacy sono rispettate in tutti i momenti in cui i dati dell'utente vengono in qualche modo gestiti.

Come spesso succede ogni tecnologia può essere utilizzata in modo inappropriato e questo può, ovviamente, succedere anche con l'RFID ma la probabilità che questo avvenga è molto più remota di quanto in realtà può succedere con il telefonino o la carta di credito, solo per citare due tecnologie che abbiamo quasi sempre con noi,

Case History

• RFID per la logistica Just-in-Time di ABB Oy

ABB Oy Drives produce, nella propria fabbrica di Pitäjänmäki (Helsinki,) Low-Voltage AC driver con la procedura JIT (just-in-time) definita "kanban". Questo termine giapponese, che letteralmente significa "cartellino", è il più noto dei sistemi just-in-time per il controllo degli approvvigionamenti di materie prime. Prevede che l'avvio di un ordine per quello specifico componente avvenga solo quando il contenitore di quel componente è vuoto. Il kanban – cartellino –, indicante la tipologia del materiale usato per una lavorazione, è apposto su un contenitore che una volta vuotato deve essere rifornito.

Cosa chiedeva ABB Oy

I prodotti gestiti sono caratterizzati da volumi di produzione particolarmente elevati generando flussi d'ordine – e la conseguente movimentazione dei contenitori kanban – particolarmente consistenti. ABB Oy vedeva quindi la necessità di ottimizzare ulteriormente il processo di gestione in kanban per l'approvvigionamento di semilavorati da una quindicina circa di fornitori del suo stabilimento.



Figura 1 • Processo kanban di ABB Oy

La soluzione

La proposta di Vilant Systems Oy, system integrator finlandese partner di CAEN, è stata quella di gestire il processo Kanban attraverso un sistema automatizzato di ordini che sincronizzasse il flusso dei contenitori con il flusso gestionale di trasmissione degli stessi e di ricezione del materiale. La scelta tecnologica proposta da Vilant Systems si è rivolta alle etichette

intelligenti RFID in UHF che, valutata sul campo da ABB contro le possibili alternative, è risultata essere la vincente.

Il processo Kanban automatizzato ha inizio quando una cassa ormai vuota e dotata di un tag RFID UHF, è portata alla baia di carico/scarico merci (fase 1 di figura 1). Il transito attraverso il varco RFID attiva automaticamente l'emissione di un ordine da parte del sistema informativo aziendale. L'ordine viene immediatamente inviato al fornitore di quel componente attraverso una rete extranet in formato XML. Il fornitore può quindi processare l'ordine ancor prima di ricevere il contenitore kanban relativo. Una volta preparati i componenti necessari alla spedizione il fornitore provvede ad inserire elettronicamente all'interno del tag UHF, che equipaggia il contenitore pieno di componenti, tutte le informazioni del documento di consegna (fase 2 di figura 1).

All'arrivo della merce in ABB nuovamente il transito del materiale attraverso il varco consentirà l'acquisizione di tutte le informazioni relative a quel contenitore, informazioni che verranno automaticamente trasferite nel sistema ERP aziendale (fase 3 di figura 1).

Componente chiave del sistema è il varco RFID UHF realizzato con un lettore CAEN A928EU equipaggiato con due antenne ben visibili in figura 2. Quando i carrelli che trasportano le casse (piene o vuote che siano) transitano in prossimità del varco il sistema esegue automaticamente una scansione dei tag presenti ed acquisisce le informazioni contenute che poi provvede ad inviare al sistema informatico.

I risultati ottenuti

- Eliminazione del lavoro manuale per la verifica e la gestione documentale sia alla spedizione che al ricevimento;
- Riduzione significativa del ciclo ordine-consegna con eliminazione dei tempi morti; e conseguente
- Riduzione delle scorte;
- Accessibilità immediata delle informazioni sulla disponibilità di materiale;
- Riduzione drastica degli errori (per la quasi totale assenza dell'intervento umano);
- Reporting accurato dell'attività e dei flussi di materiale

La soluzione, per quanto semplice, ha richiesto una fase iniziale in cui sono stati analizzati i diversi aspetti realizzativi del sistema:

- la posizione ottimale dei tag sulle casse da movimentare così come il loro orientamento,
- il numero di antenne per equipaggiare il varco, la loro altezza dal

suolo così come l'orientamento e la polarizzazione. Aspetti che sono stati relativamente semplici da affrontare in un ambiente come quello descritto ma che possono diventare, in altre realtà, molto più complessi e richiedere la cooperazione tra il system integrator e un esperto di chi fornisce la tecnologia RFID la cui competenza è indispensabile ai fini di una corretta implementazione del progetto.



CAEN S.p.A. è un'azienda italiana che da 25 anni sviluppa elettronica per la ricerca nella fisica nucleare e sub-nucleare ricoprendo un ruolo di leader mondiale. Insieme alle sue controllate Aurelia Microelettronica e CAEN Aerospace è sicuramente uno dei pochi gruppi italiani che produce elettronica ad altissimo contenuto tecnologico. Da 3 anni CAEN si è impegnata con successo nello sviluppo e nella produzione di elettronica per l'identificazione automatica a Radio frequenza con particolare orientamento alle soluzioni UHF. La famiglia di lettori RFID UHF EASY2READ® permette di interpretare al meglio una tecnologia che è destinata a trasformare negli anni a venire sia i processi di gestione industriale che di gestione logistica offrendo ai clienti la soluzione ideale per ogni dimensione progettuale: dai piccoli sistemi ai grandi impianti.

Giovanni Riganti
Marketing Manager CAEN SpA
g.riganti@caen.it

CAEN SpA
via Vetraia 11, 55049 Viareggio- Italia
Tel. +39 0584 388 398 - Fax. +39 0584 388 959 - www.rfid.caen.it

- **RFID integrata con successo nei sistemi di distribuzione centralizzata dei farmaci nelle strutture ospedaliere**

Ogni giorno, negli ospedali di tutto il mondo, i diversi reparti generano una grande richiesta di medicinali da somministrare ai pazienti. In virtù di questa grande richiesta ed in virtù dello stato del magazzino locale di ogni reparto, quotidianamente vengono inviati ordini di medicinali alle farmacie ospedaliere. Queste ultime, senza particolare coinvolgimento, controllo ed ottimizzazione, provvedono nella maggior parte dei casi a predisporre e ad inviare quanto richiesto con l'unico scopo di mantenere riforniti gli armadi medicinali decentrati presso i reparti. Questo modello operativo, ancora largamente diffuso, viene oggi identificato come "il metodo tradizionale". Sono immediatamente evidenti diversi punti deboli gestionali di questo approccio, come ad esempio la difficoltà nel contenere le spese, il decentramento delle scorte, e lo scarso controllo delle terapie e del personale. Assai più inquietanti, e questa è senza dubbio una considerazione su cui riflettere, sono le statistiche relative all'impatto devastante che hanno, sui pazienti ospedalizzati, gli errori nella somministrazione dei farmaci e delle relative terapie.

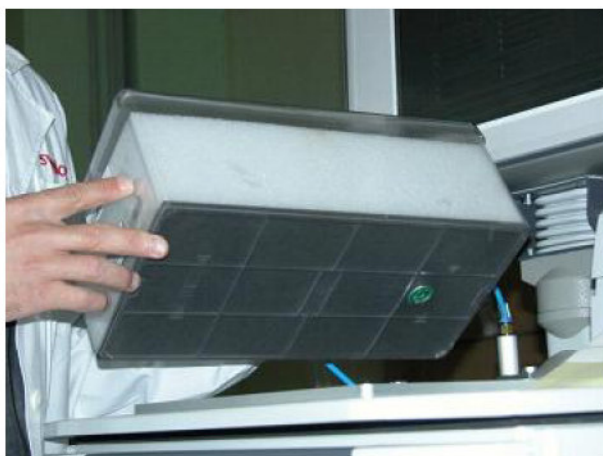
PillPick: La Risposta Tecnologica di Swisslog.

Visti i presupposti, una risposta innovativa in questo ambito doveva mirare a garantire una gestione della distribuzione dei farmaci puntuale, ottimizzata e, quel che più conta, a prova di errore. La risposta si è concretizzata nella soluzione PillPick di Swisslog, il sistema per la distribuzione automatizzata di medicinali monodose negli ospedali. I reparti sono in grado, grazie a delle procedure informatizzate, di ordinare con estrema precisione le esatte tipologie e quantità di medicinali da somministrare quotidianamente ad ogni singolo paziente. Sulla base di queste precise informazioni, la farmacia ospedaliera attrezzata con il sistema PillPick predispone la terapia farmaco per farmaco (in confezione monodose), per ogni singolo paziente. In virtù di questa organizzazione logistica, i reparti mantengono delle scorte locali minime al solo scopo di gestire eventuali emergenze o possibili variazioni di terapia.

Gli impianti realizzati in Europa e nel mondo sono un riscontro assoluto: Il sistema gestionale automatizzato PillPick di Swisslog rappresenta la più avanzata, completa e sicura soluzione per il confezionamento, lo stoccaggio, la distribuzione e la tracciatura dei farmaci e dei medicinali in cliniche ed ospedali. Inequivocabili sono i vantaggi gestionali, qualitativi, economici e, soprattutto, clinici.

Tag e Tecnologia RFID: Senza dubbio uno degli elementi caratterizzanti del Sistema.

Le tipologie di farmaci e medicinali che il sistema PillPick può gestire sono diversi: pillole, capsule, confetti, fiale, flaconi, blister, bustine ed altro. I farmaci vengono immagazzinati all'interno di appositi contenitori plastici identificati con un tag RFID. I contenitori vengono riempiti manualmente con i vari farmaci, nel tag vengono registrate tutte le informazioni ritenute utili alle successive operazioni, sul contenitore viene applicata anche una etichetta barcode per poterlo identificare con altri strumenti di lettura e al di fuori del sistema automatizzato, ed infine il contenitore stesso viene posto nel magazzino PillPick. Successivamente vengono prodotte, in virtù delle richieste di approvvigionamento, le bustine monodose da destinare al magazzino centralizzato oppure agli eventuali magazzini decentralizzati (fase di confezionamento/packaging). Sulla base delle prescrizioni vengono a questo punto assemblate, dal magazzino centralizzato o da uno dei magazzini decentralizzati, le varie bustine monodose relative alla terapia di ogni singolo paziente; le bustine vengono riunite in mazzette, assicurate fra loro per mezzo di una fascetta plastica termosaldata, e identificate con importanti informazioni relative al paziente ed alla terapia. Al termine del processo le mazzette arrivano alla loro destinazione finale, ovverosia al letto del paziente in reparto. Qui vengono effettuati altri controlli incrociati (leggendo i codici a barre sulle bustine e leggendo anche il codice a barre che identifica il paziente) in modo da garantire la somministrazione della medicina corretta, al momento opportuno, nella giusta sequenza e alla persona stabilita.



Nel sistema PilliPick i contenitori dei medicinali sono equipaggiati con tag RFID che contengono le informazioni relative allo stesso.

Il ruolo della tecnologia RFID è fondamentale. Nel tag vengono registrate informazioni importantissime per la tracciabilità ed il controllo dei vari processi, i contenitori possono essere gestiti (aperti, movimentati, riconosciuti, riempiti) solo ed esclusivamente in virtù di quanto viene riscontrato sul tag stesso, infine i tag possono essere aggiornati in qualsiasi momento in virtù delle varie fasi operative. Un esempio fra tutti: sul tag vengono costantemente memorizzate ed aggiornate le quantità dei farmaci all'interno dei contenitori, e solo quando la lettura del tag stabilisce e conferma che il contenitore è vuoto, quest'ultimo può essere riciclato per un nuovo processo completo. In estrema sintesi, ecco alcune peculiarità che hanno senza dubbio contraddistinto la tecnologia RFID in questo progetto: Elevata quantità di dati memorizzabili, possibilità di leggere e scrivere ripetutamente le informazioni potendole quindi aggiornare di continuo, grande sicurezza nella gestione dell'informazione con conseguente abbattimento significativo delle percentuali di errore.

Swisslog.

Swisslog Italia Spa è la filiale italiana dell'azienda svizzera Swisslog, fondata ad Aarau nel 1898 e oggi presente in 23 paesi con oltre 1.900 dipendenti. Swisslog fornisce soluzioni industriali per la gestione automatizzata di magazzini e centri di distribuzione (Warehouse & Distribution Solutions) e soluzioni logistiche automatizzate per ospedali e farmacie (Healthcare Solutions), oltre a servizi di consulenza.

Hi Pro Group.

Hi Pro progetta e sviluppa soluzioni integrate per la logistica della Supply Chain, basate su tecnologie di identificazione automatica tramite BARCODE e RFID, in ambiente Batch e Wireless. Grazie alla competenza ed all'esperienza accumulate negli anni, integra nei propri progetti soluzioni hardware e software, su misura per le diverse esigenze di ogni Cliente, che contribuiscono alla generazione di un processo produttivo intelligente e che apportano innovazione sull'intera catena dei processi: Magazzino, Stato degli Ordini, Inventario, Dati di Produzione, Consegne ai Clienti, etc.

Hi Pro S.r.l.

Via Quasimodo, 36 - 40013 Castel Maggiore BO - Italy
Tel. +39 051.41.78.011 – Fax. +39 051.41.78.012
www.hipro.it – info@hipro.it

• Tracciabilità con Rfid e mobile computing on-line nei processi logistici di magazzino con SAP Web Application Server.

La produzione di AstraZeneca Italia è localizzata in una unità produttiva nell'hinterland milanese dedicata alle due specialità farmaceutiche prodotte in Italia; i flussi della supply chain in uscita riguardano prevalentemente i rifornimenti alle altre Companies del Gruppo.

L'utilizzo per i pallet di prodotto finito in bulk di un tipo di imballaggio speciale a rendere (termocoperta), richiede l'identificazione e la tracciabilità in tutta la supply chain di ciascun pezzo sia per motivi economici (valore unitario elevato dell'asset) che fiscali (documentazione doganale).

Al rientro in stabilimento, le termocoperte transitano da un operatore logistico incaricato dell'ispezione, della pulizia e dello stoccaggio.

La spinta al cambiamento

Dopo circa due anni di onerosa operatività gestionale, caratterizzata da una cospicua manualità, il Management ha maturato l'idea di un progetto di revisione dei flussi, finalizzato a snellire tutte le operazioni interne.

Utilizzando da tempo un sistema SAP, è stato del tutto naturale indirizzarsi verso soluzioni che sfruttassero appieno il sistema centrale, eliminando il maggior numero possibile di documenti prodotti con strumenti di informatica individuale e avvalendosi delle tecnologie più recenti in termini di mobilità e identificazione automatica.

La partnership

Per la scelta dei partners si sono rivelate decisive: competenza, esperienza e affidabilità. Competenza, non solo in termini di tecnologie ICT di entrambi i partners selezionati, ma in particolar modo per Syn, di Business Process Reengineering in ambiti logistici di questo tipo; esperienza, in termini di seniority, già dimostrata dai consulenti impegnati in AstraZeneca su progetti precedenti in area SCM; affidabilità, in termini di presenza a fianco del cliente per garantire il risultato complessivo.

Per quando riguarda Psion Teklogix, competenza ed esperienza su soluzioni wireless per i magazzini di logistica, ma anche approccio progettuale, per trovare la migliore soluzione alle esigenze del cliente.

L'approccio alla soluzione

Lo studio, la realizzazione e le attività di system integration per la soluzione sono stati affidati a Syn. La parte di technology integration è stata affidata a Psion Teklogix. Recepite le necessità del cliente, è stato

effettuato un site-survey, in modo da determinare quale fosse il miglior sistema di backbone per coprire l'area, rispettando oltre ai normali standard richiesti dalla normativa vigente, anche quelli presenti nella policy aziendale AstraZeneca, che sono altamente restrittivi. Si è inoltre provveduto a certificare che le apparecchiature scelte (Cisco 1231) non avessero interferenze con gli impianti produttivi. Dopo di che è stato identificato il terminale che potesse rispondere meglio alle esigenze del cliente nel modello 7535 RFID combo: Wifi, IP65, lettore barcode ed RFID integrato.

Per la scelta del TAG, è stato utilizzato il servizio di prototipizzazione RFID che consiste nell'analizzare con il cliente il processo, l'ambiente ed i materiali che coinvolgono i TAG RFID. I requisiti richiesti erano: scelta di uno standard di radio frequenza che può essere utilizzato in tutte le parti del mondo (ISO 15693), in quanto realtà multinazionale; robustezza agli urti, resistenza ad una sterilizzazione tramite lavaggio a 120° ed un posizionamento ergonomico e sicuro, ma anche di facile montaggio. Per questo motivo si è scelto di utilizzare un TAG, a forma di disco, con foro centrale (che si può fissare con un semplice rivetto di metallo), resistente agli urti e all'acqua (IP66), protetto da un velcro di differente colore della termocoperta che ne permette una immediata identificazione.

Tempi e Fasi del progetto

Durante il progetto di implementazione, sviluppato nel periodo marzo-luglio 2005, sono state svolte attività di diversa natura tra cui :

- analisi e revisione dell'operatività legata ai processi interni di approntamento nelle unità produttive e nel deposito
- analisi e revisione dei processi relativi ai flussi di interscambio degli imballaggi speciali con l'operatore logistico,
- definizione dei sistemi di identificazione più idonei (barcode e Rfid)
- analisi delle modifiche ed ampliamenti al sistema SAP e delle transazioni mobile necessarie alla nuova organizzazione
- system integration con Psion Teklogix
- adeguamento configurazione del sistema SAP (MM/SD/PP-PI /WM);
- sviluppo in ambiente J2EE del SW di interfaccia per le transazioni mobile;
- formazione e avviamento.

L'architettura tecnologica per le transazioni mobile "real-time" si avvale di un Web Application Server che, posto tra i palmari wireless 7535 di Psion Teklogix da una parte e il sistema SAP dall'altra, gestisce rispettivamente l'interfaccia WEB e la comunicazione con le applicazioni.

Sul WEB server, sono installati:

- l'interfaccia utente che utilizza il browser e specifiche pagine WEB sviluppate da Syn in ambiente J2EE con WebDynpro®, parte del Web Developer Studio per le funzioni mobile necessarie
- i servizi utili a chiamare le funzioni SAP (bapi o rfc) che utilizzano per la connessione SAP.J2EE Connector ®, entrambi componenti standard della piattaforma tecnologica SAP NetWeaver ®

Benefici raggiunti

L'introduzione dei sistemi di identificazione automatica e del mobile computing unitamente alla revisione dei processi ha consentito ad AstraZeneca di ottenere molteplici benefici tra cui:

- drastico abbattimento dei tempi per la immissione manuale dei dati;
- drastica riduzione degli errori di digitazione;
- eliminazione onerosa gestione resi;
- diminuzione dei tempi di ricevimento ed immagazzinamento degli imballi;
- decentramento attività da ufficio a operatori con palmare;
- diminuzione dei tempi di approntamento pallet con imballi speciali;
- produzione automatica di etichette pallet e packing list;

ottenendo, tra l'altro, un ritorno di immagine sia interna, nei confronti della comunità internazionale del gruppo AstraZeneca, che esterna, nei confronti di clienti e fornitori.

AstraZeneca

è una delle prime aziende farmaceutiche del mondo, nata alla fine degli anni '90 dalla fusione di Astra Ab e Zeneca Group plc, con sedi in oltre 100 paesi di tutti i continenti. Il fatturato globale nel 2004 è stato di oltre 21 miliardi \$. Il gruppo è sostenuto da una forte base di ricerca e sviluppo (18% fatturato) ed è presente sul mercato con una vasta gamma di farmaci innovativi in importanti aree terapeutiche.

AstraZeneca Italia è la company italiana del gruppo strutturata in :

- Un Supply Point dedicato alla produzione di 2 importanti specialità farmaceutiche, destinate alla copertura dei fabbisogni dei mercati a livello mondiale
- Una Marketing Company dedicata alla commercializzazione del portafoglio delle specialità farmaceutiche.

Il Gruppo SYN

Ha sviluppato un modello di consulenza con competenze distintive d'industry, processi e tecnologie per l'implementazione di soluzioni integrate, attraverso l'interazione costante con il Cliente propone un percorso di cambiamento modulare e misurabile nei tempi e nei costi, che garantisce il rilascio continuo e concreto di valore.

Psion Teklogix

è fornitore globale di soluzioni che permettono alle imprese di “rendere mobili” le loro applicazioni, permettendo agli utilizzatori di avere le informazioni necessarie per le loro operatività “sul campo”. Da oltre trent'anni aziende operanti in tutti i settori si sono avvalse dell'esperienza e del know-how di Psion Teklogix nello sviluppo di soluzioni mobile in grado di migliorare il loro business ed introdurre vantaggi competitivi.

D.ssa Eleonora Scilanga – Resp MarCom - Psion Teklogix Srl
Tel: +39 02 2412471 - tkxitalia@teklogix.com – www.psionteklogix.com

FAQ – le domande più frequenti.

D: Se acquisto un oggetto con l'etichetta intelligente nel supermercato "A" e vado nel negozio "B" il tag verrà letto?

R: Potrebbe essere possibile ma sono ragionevoli due considerazioni:

- a) è presumibile che ognuno dei negozi/supermercati abbia un suo proprio sistema crittografico per cui i dati rimangono protetti;
- b) all'uscita del supermercato "A" l'etichetta RFID dovrebbe essere disattivata (killed) e non essere più attiva.

D: Qual'è il costo incrementale nell'implementazione di un sistema RFID?

R: Se parliamo di costi incrementali rispetto ad una infrastruttura già esistente per la gestione del codice a barre allora l'investimento deve coprire le etichette RFID, stampanti/encoder RFID, lettori, middleware e il supporto professionale per integrare questi componenti nell'ambiente già esistente. Se non esiste ancora alcuna infrastruttura certamente l'investimento diventa più consistente soprattutto nella progettazione di un sistema globale.

D: Quale può essere una indicazione di massima per l'implementazione di un sistema RFID per la gestione del magazzino in un centro di distribuzione?

R: Nel Febbraio 2004, dopo il mandato Wal-Mart ai suoi fornitori più importanti Forrester Research ha stimato che un fornitore tipico di questa lista avrebbe dovuto investire circa 9 milioni di dollari. L'analisi Forrester dava queste valutazioni:

▪ Tag	7.595 k\$
▪ H/W	329 "
▪ S/W	183 "
▪ Servizi di Consulenza	127 "
▪ Squadra RFID interna	315 "
▪ Test di lettori e tag	79 "
▪ Lavoro aggiuntivo di magazzino	469 "
▪ <u>Training personale di magazzino</u>	<u>39 "</u>
▪ TOTALE	9.137 "

E' da sottolineare che queste stime fanno riferimento ad un fornitore Wal-Mart che fattura in un anno circa 12 miliardi di dollari e che si appresta a spedire 15,6 milioni tra scatole e pallets. Può però essere interessante guardare ai diversi capitoli di spesa. Il costo più consistente è ovviamente quello delle etichette che sono state stimate nell'intorno dei 40¢.

Altre stime, che escludono i tag dal conto, parlano di circa 400k\$ per un centro di distribuzione e di circa 100k\$ per il magazzino di un supermercato, entrambi di medie dimensioni.

D: Quanto costa un tag RFID? E' prevedibile un tag a 1 cent?

R: Il costo dei tag è decisamente superiore a quello dei codici a barre e rimane uno dei grossi freni all'esplosione di questa tecnologia. Ovviamente i prezzi sono destinati a scendere all'aumentare dei volumi di prodotto consumati dal mercato ma l'obiettivo di 1 cent sembra, con la tecnologia odierna, fuori dalla portata. Per poter arrivare, se mai sarà possibile, a questi livelli sarà necessario attendere nuove tecnologie come quella che viene promessa dai semiconduttori polimerici. Se le promesse dei laboratori si potranno tradurre in realtà produttiva diventerà possibile stampare i tag direttamente sull'imballo con stampanti nemmeno troppo complesse. Ma per il momento la tecnologia sta muovendo i primi passi fuori dai laboratori.

D: Qual'è il costo di un'antenna?

R: Le antenne sono normalmente incluse nei lettori ed il costo di un buon lettore fisso può essere nell'intorno dei 2000\$. Ma sono possibili diverse configurazioni con più antenne – per esempio varchi e/o portali – il cui costo può essere significativamente più alto.

D: E' possibile comparare una etichetta intelligente con una etichetta barcode stampata con metodi tradizionali?

R: Una etichetta intelligente può collocarsi nell'intorno dei 40-50 centesimi (ma dipende dalla tipologia, dai volumi e da diversi altri parametri); una etichetta stampata con i metodi tradizionali di stampa termica si può collocare nell'intorno del centesimo.

D: Perché ultimamente è stata posta tanta attenzione alle specifiche EPC di Classe 1 / Generazione 2?

R: Le specifiche delle prime generazioni – classe 0, 0+ e classe 1 avevano, come tutte le prime edizioni, alcune limitazioni prestazionali. Erano insomma i primi tentativi sviluppati da società come Alien Technologies e Matrix (ora Symbol Technology), andiamo indietro di alcuni anni, e ratificati come standard da EPC Global. Le sperimentazioni svolte nel frattempo hanno evidenziato problemi e necessità aggiuntive mentre la tecnologia aveva in parallelo mosso alcuni passi avanti. Già all'inizio del 2004 alcuni gruppi di produttori ed utilizzatori avevano avanzato diverse richieste di miglioramento delle specifiche ed ipotizzato questa seconda generazione.

Gli stessi utilizzatori della prima generazione – Wal-Mart in testa - avevano posto come condizione l'adozione della Generazione 2 non appena fosse stata disponibile ancora prima che le specifiche relative venissero approvate da EPC Global.

Aspetto fondamentale era anche il fatto che queste nuove specifiche tenevano in considerazione i vincoli normativi in fatto di radio frequenza delle tre macroregioni: Nord America, Europa e Giappone. Questo rende possibile l'impiego dei tag sviluppati secondo queste specifiche utilizzabili a livello pressoché globale.

Si dovrebbero quindi rivelare come fattore catalizzante dello sviluppo di questa tecnologia nei prossimi anni.

Appendice - Siti di interesse

informazioni e specifiche relative alla tecnologia RFID

www.aimglobal.org	AIM Global è l'associazione internazionale per l'AIDC. Nel sito informazioni generali e specifiche internazionali, link ed informazioni generali utili.
www.epcglobalinc.org	EPCglobal Inc™, joint venture tra EAN International e Uniform Code Council Inc, è l'organizzazione non-profit che si è preso l'impegno di stabilire e supportare l'EPCglobal Network™ come lo standard globale per l'identificazione automatica in tempo reale.
www.ean-ucc.org	EAN International e The Uniform Code Council sono organizzazioni di standardizzazione volontarie che gestiscono il sistema EAN.UCC ed il Global Standard Management Process (GSMP). EAN International e the Uniform Code Council mantengono uno dei più robusti sistemi di identificazione a livello mondiale.
www.indicod-ecr.it	Indicod è la più ampia associazione italiana che raggruppa aziende industriali e distributive operanti nel settore dei beni di largo consumo. Fondata nel 1978 per diffondere in Italia il sistema EAN di codifica a barre, Indicod ha il compito di assegnare i codici produttore da inserire nella codifica EAN-13/-8.
www.iso.org	ISO non è un acronimo, che cambierebbe da lingua a lingua, ma deriva dal greco "isos" (uguale). L' ISO - International Organization for Standardisation - è una rete di istituti nazionali di 156 paesi con un segretariato basato a Ginevra. E' una organizzazione non governativa ed i suoi membri non sono delegazioni governative delle nazioni partecipanti anche se molti di loro sono parte delle strutture governative nazionali.
www.etsi.org	European Telecommunication Standard Institute. E' una organizzazione indipendente e non-profit la cui missione è quella di proporre standard per le telecomunicazioni.

***“Don’t treat RFID
as a regular info-technology
because
RFID won’t treat you as
other info-technology”
Cap Gemini Ernst & Young***

***“To ignore RFID is bad;
to wait to implement RFID is bad;
but to rush in isn’t good, either”
ABI Research***

per info franco_musiari@yahoo.it

ver.1.1 09/2005



Le dispense di AIM Italia

AIM Italia è l'associazione che raccoglie i principali fornitori di sistemi per l'Identificazione Automatica e Raccolta Dati normalmente nota come AIDC (Automatic Identification & Data Capture) - e si pone come obiettivo la diffusione delle tecnologie relative e, soprattutto, dei vantaggi che ne derivano, oltre ad essere un tavolo presso cui gli associati si scambiano pareri, impressioni e si pongono obiettivi comuni. AIM Italia è l'estensione italiana di AIM Global, l'associazione internazionale che persegue gli stessi obiettivi a livello mondiale e che aggiunge a questi il contatto proattivo con tutti gli organismi internazionali che si preoccupano della standardizzazione degli aspetti operativi dell'identificazione automatica portando a questi organi decisionali il parere rappresentato dall'esperienza di migliaia di associati. Il suo supporto operativo è fornito dal Consorzio Tecnoimprese costituito per fornire servizi alle associazioni e gruppi d'impresa.

La serie "Le Dispense di AIM" si prefigge quindi, come primo obiettivo, di svolgere la missione base dell'associazione: creare cultura sulle diverse tecnologie del settore cercando di dare le basi conoscitive a chi fosse interessato a fare un primo passo verso questo settore.

