

# **I sistemi RFID: caratteristiche e applicazioni**

Ottobre 2008



CENTRO DI RICERCA PER LE POLITICHE DELL'INNOVAZIONE

## **CERPI – Centro di Ricerca per le Politiche dell’Innovazione**

Il CERPI è un centro di ricerca del Dipartimento di Ingegneria dell’Innovazione dell’Università del Salento, nato nel 2005. Sui temi dell’innovazione, e soprattutto sullo sviluppo di politiche per l’innovazione, il CERPI intende dare un contributo di idee e di progetti, con una contestualizzazione alla specifica realtà nazionale e regionale italiana.

Obiettivi del CERPI sono: contribuire ad elaborare nuovi approcci concettuali e nuovi paradigmi di policy per l’innovazione nell’economia globale della conoscenza; sviluppare nuovi strumenti di politica dell’innovazione e della competitività, con particolare riferimento al contesto nazionale e regionale italiano; realizzare progetti di ricerca e progetti pilota in rete con altri centri di ricerca, con imprese e con istituzioni di governo.

© CERPI 2008

---

Le informazioni contenute in questo documento sono proprietà intellettuale del CERPI. Per informazioni sulla copia, la trasmissione e l'utilizzo scrivere a: *info@cerpi.i*

---

## I sistemi RFID: caratteristiche e applicazioni

Numerose grandi aziende multinazionali hanno adottato i sistemi RFID (Radio Frequency Identification), e si sta assistendo ad una crescente diffusione di questi sistemi, principalmente per la gestione della supply-chain e del retail; si prevede, nei prossimi anni, una vera e propria rivoluzione in questi settori.

### 1 LA TECNOLOGIA RFID: funzionalità e caratteristiche

#### 1.1 Come funziona: alimentazione, frequenza, memoria.

Lo studio dei dispositivi a radio frequenza, alla ricerca della soluzione alle numerose problematiche che vi orbitano intorno, riguarda principalmente la tecnologia e i suoi limiti, le potenzialità, i campi di applicazione, gli studi di fattibilità e gli eventuali limiti burocratici dovuti a particolari ambiti applicativi.

Gli elementi principali che costituiscono un sistema di identificazione RFID sono:

- il tag
- l'antenna miniaturizzata (se di tipo attivo) o un condensatore (se di tipo passivo)
- il reader
- l'interfaccia software

I **Tag**, a seconda del campo di applicazione, assumono forma, dimensione e caratteristiche diverse rappresentate dal **tipo di alimentazione** (tag attivi, passivi o semiattivi, dotati, come quelli attivi, di batteria utilizzata però solo per alimentare eventuali sensori collegati al dispositivo), dalla **frequenza** di trasmissione (UHF alte frequenze, MW medie frequenze, LF basse frequenze), e dalla **capacità** e **riscrivibilità della memoria**, che può andare da pochi bit fino a fino a centinaia di kilobyte e può essere di tipo Read Only, Write Once & Read Only e Read & Write. [1]

Frequenza	Normativa	Raggio d'azione	Esempi applicazioni
LF 125 kHz (generalmente passivo)	ISO 14223	< 0,5 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Accessi</li> <li>▪ Tracciabilità animali</li> <li>▪ Pagamento elettronico</li> </ul>
HF 13,56 MHz (generalmente passivo)	ISO 15693	< 1,5 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tracciabilità alimentare</li> <li>▪ Merci a basso rischio</li> </ul>
HF 13,56 MHz	ISO 14443	< 1,5 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tracciabilità</li> <li>▪ Merci ad alta sicurezza</li> </ul>
UHF 868 MHz (Eu) UHF 915 MHz (USA)	ISO 18000	< 50 m attivo < 5 m passivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Logistica interna</b></li> <li>▪ <b>Logistica esterna</b></li> </ul>
MW 2,4 GHz	ISO 18000-4	< 100 m attivo < 1 m passivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Telepass</li> <li>▪ Identificazione container (tag attivo con memoria 16 kbytes)</li> <li>▪ Linee di produzione</li> <li>▪ <b>Logistica</b></li> </ul>

Tabella 1: Principali caratteristiche (normative, raggio di azione, memorie e applicazioni) dei tag RFID. (Fonte 1: [2, 3, 4])

Aumentando la **frequenza** aumenta il range di lettura, il transfert rate o la capacità di lettura in prossimità di metalli o superfici bagnate, mentre diminuisce la sensibilità all'orientamento delle antenne.

Il Tag può lavorare principalmente in due modalità, di *architettura distribuita*, in cui si prevede che una serie di informazioni siano direttamente contenute nella memoria del tag, oppure di *architettura concentrata*, in cui il tag contiene solo il codice identificativo e quindi ha una memoria molto più ridotta rispetto al tag di un'architettura distribuita che, pertanto, risulta meno economico. Nell'architettura concentrata è comunque possibile reperire mediante il tag tutte le altre informazioni: il codice memorizzato sul tag viene utilizzato come puntatore verso un database che, riconoscendo il codice univoco, recupera tutte le informazioni collegate.

Il codice che, memorizzato sul tag, consente di identificare univocamente un gruppo di oggetti dello stesso tipo, un "contenitore", un pallet o addirittura il singolo oggetto (item), è detto **EPC** – **E**lectronic **P**roduct **C**ode – e segue uno schema di codifica internazionale. I codici EPC sono distinti in classi

Classe	Memoria	Capacità
<i>Classe 0</i>	Passivi Read only	64 bits
<i>Classe 0 plus</i>	Passivi Read and write	64 bits
<i>Classe 1</i>	Passivi Write once and read many	96 bits
<i>Classe 1 ver 2</i>	Passivi Worm	96 bits
<i>Classe 2</i>	Read and write con funzionalità aggiuntive (ad es. memoria crittografata)	128/256 bits
<i>Classe 3</i>	Tag semi-passivi	
<i>Classe 4</i>	Tag attivi	
<i>Classe 5</i>	Lettori che possono alimentare tag di classe 0, 1, 2, 3, comunicare con tag di classe 4 e con altri lettori.	

Tabella 2: Classificazione dei codici EPC. (Fonte 2: [5, 6, 7])

e la principale caratteristica che li contraddistingue dai codici utilizzati in passato, adottati dall'UCC (Uniform Code Council) o dal suo corrispettivo europeo EAN (European Article Numbering), è l'aggiunta di un codice seriale univoco.

I seriali univoci dei tag EPC possono essere di diverso tipo a seconda di quello che si vuole identificare:

- SGTIN-Serial Global Trade Item Number-(codice EAN/UCC GTIN- Global Trade Item Number - seguito dal seriale) che individua le unità commerciali, ovvero le unità consumatore (GTIN-8) o unità di imballo (GTIN-14) o unità logistiche, su cui è possibile recuperare delle informazioni;

- SGLN-Serial Global Location Number-che identifica delle entità fisiche all'interno dell'edificio, come il magazzino, o delle entità legali, come l'ufficio di amministrazione;
- SSCC-Serial Shipping Container Code-che identifica l'unità logistica;
- SGRAI-Serial Global Returnable Asset Identifier-che identifica beni riutilizzabili e di un certo valore;
- SGIAI-Serial Global Individual Asset Identifier-che identifica i beni fissi di una azienda come i suoi mezzi di trasporto.

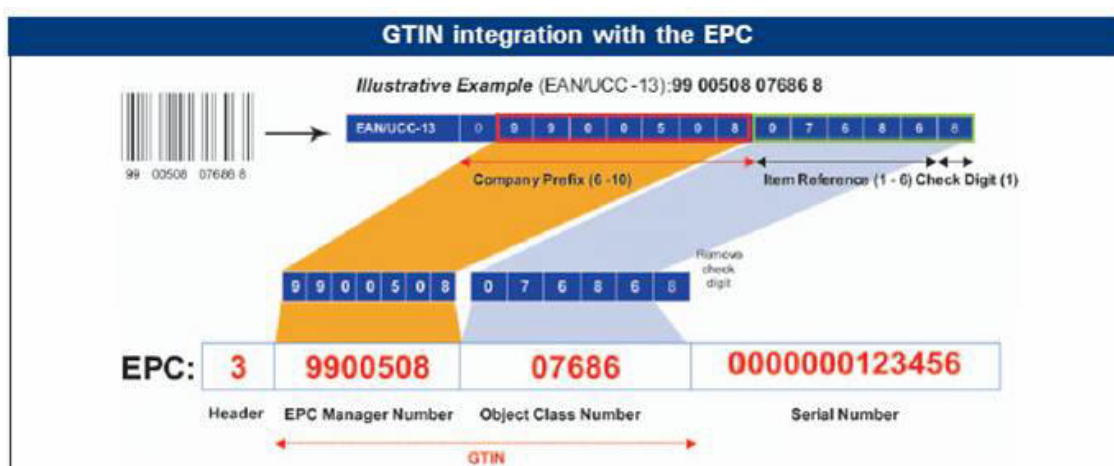


Figura 1: Esempio di passaggio da un codice GTIN ad un codice EPC; si nota come, oltre all'aggiunta del seriale, sparisce anche il check digit che non è più necessario. Il codice EPC è formato da sei parti:

- l'Header che descrive il tipo di EPC (lunghezza, struttura, versione),
- un Filter Value che descrive il livello di confezionamento (singolo o SKU),
- un Partition che discrimina il prefisso aziendale da quello prodotto,
- l'EPC Manager, rilasciato dall'UCC, che descrive invece l'azienda produttrice del prodotto,
- l'Object Class, codice univoco che descrive l'unità di vendita del prodotto SKU
- il Serial Number che identifica la singola unità.

Fonte 3: [www.indicod-ecr.it/prodottiservizi/index.php?id=18](http://www.indicod-ecr.it/prodottiservizi/index.php?id=18); [5]

L'**antenna** è l'elemento preposto a fornire energia al tag e a ricevere il segnale radio emesso dallo stesso. Per funzionare il tag riceve energia dal campo elettromagnetico prodotto e trasmesso tramite l'antenna dal lettore (nel caso di tag passivo); l'antenna del tag converte l'energia EM in tensione e corrente che alimenta il chip del tag (nel caso attivo è alimentato dalla batteria dello stesso tag); il chip quindi restituisce un segnale modulato in radiofrequenza che viene ricevuto tramite le antenne stesse.

Il **Reader** principalmente acquisisce i codici dai tag. I reader sono il tramite tra i tag e il sistema gestionale dal quale ricevono istruzioni di lettura e trasmettono i dati letti. In alcuni casi

possono anche modificare le informazioni presenti sul tag stesso ed eseguire delle operazioni di filtraggio delle informazioni attraverso un software interno.

I reader possono essere classificati in base al protocollo di comunicazione, alle frequenze di lavoro, al numero di antenne collegabili o, ancora, alla potenza di trasmissione [5] e sono caratterizzati da *polarizzazione*, *direttività* e *guadagno*.

L'intero sistema dei devices necessita di un **software** specifico di interfaccia che serve a collegare i dati contenuti sui tag ai sistemi aziendali.

Il software è in grado di trattare, scegliere e combinare i dati estratti dai tag mediante il reader e decidere quali informazioni inviare al server. Esso collega poi i codici alle altre informazioni disponibili interrogando un server che utilizza un linguaggio PML (Physical Markup Language) basato sullo standard XML.

I dati caricati su tale server possono essere di tipo *costante* (istruzioni per il lavaggio, quantità di confezionamento, ecc.), *dinamico* (temperatura, umidità, ecc.) o *variabile* (posizione attuale, ecc.). [8]

## 1.2 Problematiche operative

### Il costo dei tag

A seconda delle particolari applicazioni e delle caratteristiche i tag hanno prezzi differenti che, in alcuni casi, possono risultare ancora molto elevati.

Secondo *Stefano Puglia*, del WLAB, il tag più economico (passivo ed in Silicio, utilizzato da Wal-Mart e Tesco) ha raggiunto nel 2006 il costo minimo di 5 centesimi di dollaro (per milione di pezzi). [9]

*Viviane Reding* (Commissario dell'Unione Europea, incaricato della società dell'informazione e dei media) ha previsto che nel 2016 saranno prodotti 27 miliardi di tag, e il costo del singolo tag dovrebbe ridursi al centesimo di euro. [10]

*Antonio Rizzi* (professore universitario di Logistica Industriale & Supply Chain Management presso il dipartimento di Ingegneria Industriale di Parma, dove ha avviato Rfid Lab) afferma che in costo attuale di un tag è circa 8 centesimi di euro e mette in evidenza come il problema principale dei sistemi RFID risiede principalmente nel costo dei lettori che va dai 2.000 ai 3.000 euro. [11]

*Massimo Bolchini* (responsabile del laboratorio EpcLab) mette in luce il problema dei costi nelle applicazioni spinte (come nel caso della lettura di colli complessi e di materiali difficili) in cui il tag può arrivare a costare circa 2 dollari. [12]

È ovvio che il prezzo del tag è considerato alto o basso in relazione al prodotto che lo ospita; nel caso ad esempio di un capo di abbigliamento il prezzo di un tag ad alte prestazioni

potrebbe essere ritenuto accettabile [13] mentre non lo è se lo si applica ad un pacco di fiammiferi.

I costi dei dispositivi RFID sono variabili e bisogna, volta per volta, valutarne l'impatto, soprattutto per le produzioni di massa.

In realtà però, il vero problema dei costi risiede soprattutto nell'inadeguatezza delle infrastrutture IT delle aziende, spesso non in grado di gestire l'imponente mole di dati generata dall'RFID. [14]

Dal punto di vista più strettamente tecnologico un'importante criticità da affrontare è quella della possibile collisione tra più segnali. Il sistema comunque è in grado di "correggere" questo difetto se dotato di un *sistema di anticollisione*, caratteristico della frequenza di lettura. [15, 16, 17]

## 2 Dispositivi e applicazioni

La logistica è il settore che attualmente si è maggiormente spinto nell'applicazione dell'identificazione a radio frequenza.[18]

Dalla tecnologia RFID può venire un validissimo sostegno alla Supply Chain che può apportare, ad esempio, notevoli vantaggi nel controllo delle condizioni di viaggio di prodotti critici (surgelati, prodotti pregiati, ecc.).

Un forte freno agli investimenti in applicazioni RFID è dovuto al fatto che questa tecnologia produce valore e "guadagno" non immediato, a fronte di un investimento economico non sempre irrisorio e di una riorganizzazione dei processi e del personale.

Nonostante tutto sono molti i produttori che, nei settori più svariati, seguendo l'esempio di Wal-Mart, primo grande retailer americano che ha avviato nel 2003 un progetto pilota in Canada con la collaborazione di 16 fornitori, [12, 19] si sono indirizzati verso l'impiego delle tecnologie RFID.

TRASPORTI E LOGISTICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niivirta Transport Spa [4]</li> <li>▪ Piacenza Intermodale [4, 20]</li> <li>▪ Number 1 [4]</li> </ul>
ABBIGLIAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prada [21]</li> <li>▪ Galeria Kaufhof [22]</li> <li>▪ Mi-Tu [23]</li> </ul>
ALIMENTARE	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consorzio del Prosciutto di San Daniele [4]</li> <li>▪ Galbani [4]</li> <li>▪ Gruninger [24]</li> </ul>
MANIFATTURIERO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tappetificio Nazionale Radici [4]</li> <li>▪ Gillette [4]</li> <li>▪ Hp [25]</li> </ul>
EDUTAINMENT	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acquafan [4]</li> <li>▪ Demetra [26]</li> <li>▪ Dolomiti Supersky [27]</li> </ul>
E-TICKETING	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gruppo Autostrade [10]</li> <li>▪ I Amsterdam Card [28]</li> <li>▪ ATM Milano [27]</li> </ul>
SERVIZI	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poste Italiane [4]</li> <li>▪ Azienda Ospedaliera Treviglio (Bg) [26]</li> <li>▪ Biblioteca Vaticana [29]</li> </ul>

Tabella 3: Alcuni esempi di aziende che, nel proprio campo di azione, hanno applicato la tecnologia RFID

Le caratteristiche dei dispositivi quindi vengono scelte in funzione delle applicazioni che si vogliono implementare; in particolare la memoria definisce la quantità di informazioni che si vogliono ottenere e scambiare oltre che la quantità di informazioni che devono rimanere fisse o variabili; la distanza di lettura invece è principalmente determinata dal tipo di alimentazione oltre che dalla frequenza a cui però sono legati i problemi di autorizzazioni, protocolli di comunicazione e costi.

Ad esempio, per l'**identificazione** mediante dispositivi RFID dei **container** che trasportano merce, sarebbe opportuno utilizzare le microonde nella banda da 2,4 a 2,5 GHz (in Europa, oppure le bande 888÷889 MHz e 902÷928 MHz in Nord America) per trasmettere, in un breve intervallo di tempo, solo poche informazioni (generalmente 16 kb) come, ovviamente, il codice identificativo, compreso il serial number, ma anche, ad esempio, le dimensioni del container, il suo peso, lordo e netto, ed il tipo di merce trasportata. I tag in questo caso dovrebbero essere di tipo attivo (e quindi provvisti di una batteria) read-only con una vita media paragonabile a quella del contenitore che li ospita, circa 10 o 15 anni. [30]

Più in generale sono preferibili le basse frequenze, tipicamente LF o HF, per applicazioni che richiedono la **lettura attraverso materiali liquidi o non conduttori** o semplicemente un alto potere penetrante.

Per contro, invece, i dispositivi ad alte frequenze, soprattutto le MW, hanno un **range di azione** molto più ampio rispetto a quelli a basse frequenze o, più in generale rispetto a quelli passivi, anche UHF, che hanno come principio di funzionamento un accoppiamento induttivo.

Nelle applicazioni che richiedono l'utilizzo dei dispositivi RFID in ambienti in cui lavorano contemporaneamente **grosse macchine elettriche** (macchine saldatrici, linee di produzione, verniciatura nelle industrie automobilistiche, ecc.) è consigliabile l'uso di sistemi a MW piuttosto

che sistemi ad accoppiamento induttivo, meno sensibili alle interferenze e meno sensibili alle alte temperature.

Nelle applicazioni di ***pagamento elettronico contactless*** il range di lettura ottimale non va oltre i 10 cm e quindi è sufficiente un lettore di prossimità, passivo, e con una piccola memoria di sola lettura o, nei casi più complessi, read and write. Un dispositivo a più alte prestazioni in termini di lettura risulterebbe addirittura un svantaggio; si pensi ad esempio ad un sistema di bigliettazione elettronica su un autobus: una lettura ad ampio range permetterebbe il riconoscimento multiplo di più tag e quindi di più passeggeri contemporaneamente che potrebbero, per assurdo, anche non salire effettivamente sul mezzo ed essere conteggiati già in prossimità della fermata (a causa dell'ampia lettura del reader) o potrebbero essere conteggiati più volte.

Nelle ***applicazioni logistiche***, in particolare per le fasi di riconoscimento delle confezioni e degli impacchettamenti, sono di grande aiuto i dispositivi che si appoggiano sulla banda MW che gode di un'alta direzionalità rispetto ai dispositivi ad accoppiamento induttivo.

Quantità di ***memorie aggiuntive***, con il conseguente aumento del prezzo dei dispositivi, necessarie ad esempio per criptare i dati in esse contenuti, non sono indispensabili in ***applicazioni industriali*** dove esiste una limitata utenza dei dispositivi e soprattutto questa utenza non avrebbe nessun vantaggio personale nel modificare, falsificare o riprodurre i dati in memoria; cosa diversa invece è per le ***applicazioni pubbliche***, per esempio l'e-ticketing, dove il bacino di utenza è molto più ampio, il ritorno personale di una possibile frode è reale e, nello stesso tempo, i danni economici dell'azienda che gestisce i trasporti possono essere importanti. [30]

Oggi il mondo industriale si divide tra chi esalta le potenzialità della tecnologia RFID e chi invece ne sottolinea la sua invasività e la non completa aderenza con i benefici attesi.

Comunque la tecnologia RFID non è efficace per tutte le aziende: l'applicazione di questi sistemi deve comprendere anche lo sviluppo in parallelo di nuovi processi e di tecnologie di supporto; inoltre i cambiamenti devono in qualche modo abbracciare anche gli stakeholders delle aziende che hanno deciso di adottare tali tecnologie. Per far questo e per rendere meno traumatico il dirottamento verso nuovi sistemi, occorre una approfondita conoscenza dei benefici che la tecnologia può apportare, non solo in termini di costi, a tutti i soggetti interagenti.

I maggiori ostacoli che le aziende orbitanti intorno all'azienda che decide di adottare la tecnologia RFID e che, come Wal-Mart, pretende forniture di prodotti già dotati di tag RFID, risiedono principalmente nel fatto che tali "piccole" aziende non hanno scelto questa tecnologia ma gli è stata imposta (circa il 50%). Altre obiezioni riguardano il costo dell'infrastruttura RFID, il costo dei tag, la mancanza di standard definiti per alcune fasce di frequenze (oltre il 30%) o il piccolo range di lettura di alcuni dispositivi (oltre il 20%). Nonostante gli ostacoli e i limiti di questa tecnologia sono in notevole crescita le applicazioni RFID e molti manager contano di investire, nei prossimi anni, su questi sistemi. [31]

- [1] J. Wiley and Sons – RFID Handbook (2<sup>^</sup> ed.)
- [2] LIBRO BIANCO: RFID-Tecnologia e Applicazioni-SEZ. 1
- [3] Report 2005 MIP Milano
- [4] Report 2006 MIP Milano
- [5] L'architettura Tecnologica EPCGlobal User Guide Ver. 1.0 – 12 Ottobre 2005 – INDICOD ECR
- [6] LIBRO BIANCO: RFID-Tecnologia e Applicazioni-SEZ. 5
- [7] LIBRO BIANCO: RFID-Tecnologia e Applicazioni-SEZ. 7
- [8] L'etichetta elettronica (EPC)-INDICOD-ECR Istituto per le Imprese di beni di consumo
- [9] [www.w-lab.it/default.htm](http://www.w-lab.it/default.htm)
- [10] [www.kultunderground.org/mobile](http://www.kultunderground.org/mobile)
- [11] [www.lineaedppmi.it/01NET/HP/0,1254,5\\_ART\\_75941,00.html?lw=10000;CHL](http://www.lineaedppmi.it/01NET/HP/0,1254,5_ART_75941,00.html?lw=10000;CHL) - Viaggio all'interno della tecnologia Rfid
- [12] RFID Italia: "Rfid e largo consumo, produttori avanti a tutti" (02/10/07)
- [13] RFID Italia: "Tag a prova di lavatrice" (18/05/06)
- [14] Tendenzeonline: "Dove nascono le perplessità?" (17/10/07)
- [15] [www.mfn.unipmn.it/~bobbio/DIDATTICA/ARCH1\\_00/ALDISP\\_00/codnof.pdf](http://www.mfn.unipmn.it/~bobbio/DIDATTICA/ARCH1_00/ALDISP_00/codnof.pdf)
- [16] [docenti.ing.unipi.it/~d0008/lez2.htm](http://docenti.ing.unipi.it/~d0008/lez2.htm)
- [17] RFID Italia: "Tecnologie-viaggio nel mondo RFID (parte III)" (24/09/04)
- [18] RFID alla prova dei fatti: i risultati 2006 dell'Osservatorio RFID – Politecnico di Milano-distribuzione
- [19] RFID Italia: "I grandi nomi del food uniti a Parma dall'Rfid" (29-9-07)
- [20] [www.piacenzaintermodale.com](http://www.piacenzaintermodale.com)
- [21] RFID Italia: "Quando il tag è di moda" (21/04/06)
- [22] RFID Italia: "Rfid prêt-à-porter" (18/10/07)
- [23] RFID Italia: "Shopping interattivo con l'Rfid" (06/09/07)
- [24] RFID Italia: "Würstel con salsa Rfid" (19/06/07)
- [25] RFID Italia: "Com'è difficile giustificare l'Rfid" (15/06/07)
- [26] [www.rf-id.it/CaseHistory](http://www.rf-id.it/CaseHistory)
- [27] Conferenza "QUID: l'accento sull'ID-Milano 27-28/11/07" atti del convegno
- [28] RFID Italia: "In giro per Amsterdam con i tag" (26/03/07)
- [29] Punto Informatico: "La Biblioteca Vaticana abbraccia gli RFID" (12/07/04)

[30] J. Wiley and Sons – RFID Handbook (2<sup>^</sup> ed.)

[31] AberdeenGroup -"the RFID Benchmark Report-Finding the technology's tipping point"- Dec. 2005