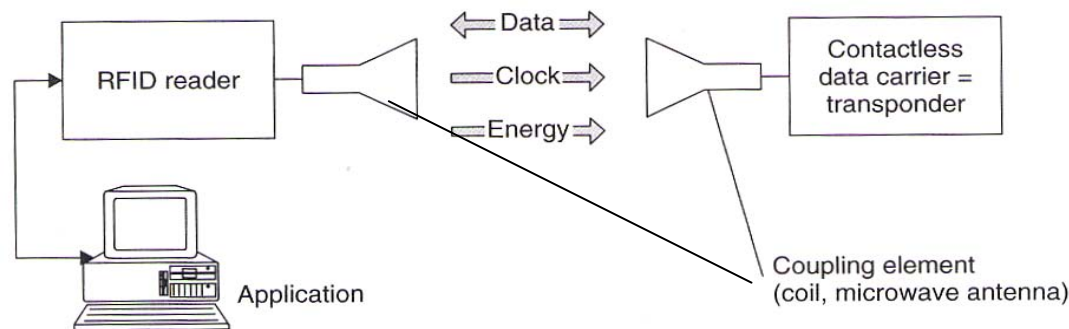


Introduzione (1/3)

- Radio Frequency IDentification (RFID) = possibilità di acquisire informazioni su di un oggetto per mezzo della radio-comunicazione (\Rightarrow *contactless*) fra un *Tag* (“etichetta”) fisicamente associato all’oggetto e contenente le informazioni ad esso relative ed un *Reader* (o lettore) che le acquisisce;
- Rispetto al *BarCode*, la “lettura” può avvenire anche in assenza di visibilità fra i dispositivi;
- Sistema RFID : sistema di comunicazione a distanza costituito essenzialmente da 3 macroblocchi:
 - a. il Reader (lettore);
 - b. il *Tag* (a volte detto anche *Smart Label*);
 - c. l’infrastruttura informatica che ne gestisce l’interazione



Introduzione (2/3)

- Il Reader incorpora solitamente un modulo per la rice-trasmissione a radiofrequenza, una unità di controllo ed un “elemento di accoppiamento” (*element coupling* o *coupling unit*) al *Tag*;
- Il Tag è quasi sempre costituito da un elemento di accoppiamento al lettore e da un *chip* contenente una memoria e i dispositivi/circuiti necessari per interpretare i comandi ricevuti dal *Reader* e per la loro esecuzione;
- A seconda dei casi, l’elemento di accoppiamento è costituito da una spira o da una antenna

Introduzione (3/3)

- Nella maggior parte delle applicazioni, il *Tag* non ha alcuna facoltà/autonomia di operare alcuna trasmissione che deve essere in qualche modo autorizzata (il *Tag* deve essere “abilitato” dal *Reader* per mezzo di un opportuno segnale di “interrogazione”);
- In sintesi, la funzione principale del *Tag* consiste nel **TRAS**mettere i propri dati per ris**PONDERE** all’interrogazione effettuata dal lettore (⇒ *Transponder*).

In generale il funzionamento del *Tag* si articola nei seguenti passi:

- a. ricezione/attivazione;
- b. ricezione/demodulazione;
- c. modulazione;
- d. trasmissione;

Classificazione dei Sistemi RFID

Esistono diverse possibilità di classificazione, differenti per il criterio adottato:

- a. Alimentazione del *Transponder*
 - passivi;
 - semi-passivi (o semi-attivi)
 - attivi;
- b. Frequenza operativa
 - *Low Frequency* (LF);
 - *High Frequency* (HF);
 - *Ultra High Frequency* (UHF);
 - Microonde (μ W);
- c. Principio di funzionamento
 - *inductive coupling*;
 - *EM backscatter modulation*;
 -
- d. Portata (*close coupling, remote coupling, long range*)
- e. Memoria (1 bit / n bits, *read-only* / riscrivibili, ...)
- f.

Alimentazione

- ◇ transponder passivi (i più largamente utilizzati):
sono sprovvisi di batteria o altra sorgente di alimentazione diretta. Vengono quindi alimentati dal *Reader* che per mezzo del meccanismo di accoppiamento non solo attiva ed abilita il *Tag* ma fornisce anche l'energia necessaria per effettuare la modulazione e la trasmissione;
- ◇ transponder semi-passivi (semi-attivi):
sono dotati di batteria che fornisce energia per l'alimentazione della memoria e per la modulazione effettuata dalla relativa logica di controllo. L'energia necessaria alla trasmissione del segnale continua ad essere fornita dal *Reader* per mezzo del meccanismo di accoppiamento;
- ◇ transponder attivi:
sono dotati di un vero e proprio trasmettitore/ricevitore a radiofrequenza e di una batteria che provvede sia ad alimentare la memoria sia a fornire l'energia necessaria alla modulazione ed alla trasmissione. I *Tag* attivi sono quindi "autonomi" e potenzialmente in grado di effettuare trasmissioni indipendentemente dall'interrogazione da parte del lettore.

Frequenza

operativa

- ◇ La frequenza operativa è per definizione la frequenza di trasmissione del lettore (che può non coincidere con quella utilizzata dal *Tag* per la trasmissione dei dati);
- ◇ Il processo di standardizzazione internazionale avvenuto negli ultimi anni (Standard ISO/IEC 18000) ha previsto il funzionamento nelle seguenti bande principali (Italia):
 - a. Banda LF: 9 - 135 kHz;
 - b. Banda HF: attorno ai 13.56 MHz;
 - c. Banda UHF: 865 ÷ 870 MHz;
 - d. Microonde: 2 bande centrate attorno ai 2.45 GHz e 5.8 GHz
- ◇ In realtà l'avvenuta standardizzazione ha solo parzialmente uniformato ed armonizzato le frequenze impiegate dai sistemi RFID; permangono tuttora differenze fra differenti Paesi ed aree geografiche, il che rappresenta un ostacolo alla massiccia diffusione della tecnologia.

Principio di funzionamento

(1/3)

Data una sorgente che genera e sostiene un campo EM di frequenza f , si individuano le seguenti regioni dello spazio:

1. regione di campo "lontano": $r \gg \lambda$; $r \gg D$; $r \gg 2D^2/\lambda$
2. regione di campo "vicino" (dei "campi reattivi"): $r \leq \lambda$

Il campo EM si presenta e si propaga come un'onda EM sferica, non uniforme, TEM localmente piana (campo di radiazione)

Il campo EM ha le caratteristiche di un campo "statico" → il campo vicino coincide con il campo statico "istante per istante", cioè generato dal valore istantaneo della sorgente

- ◇ Il campo EM totale è sempre dato dalla somma di due contributi, uno di radiazione ed uno di tipo statico. Tuttavia, nella regione di campo lontano prevale il primo, mentre nella regione di campo vicino prevale il secondo

Principio di funzionamento (3/3)

In base al principio di funzionamento, i sistemi RFID possono essere suddivisi in 2 categorie principali:

1. Sistemi ad accoppiamento induttivo: la comunicazione fra *Tag* e *Reader* avviene in regione di *campo vicino*, e dunque senza la propagazione di alcuna onda EM.

L'interazione fra i dispositivi avviene usualmente per accoppiamento induttivo dovuto al campo magnetico. L'elemento di accoppiamento è costituito da una spira con un numero opportuno di avvolgimenti

2. Sistemi a propagazione EM: la comunicazione fra *Tag* e *Reader* avviene in regione di campo lontano e dunque tramite la propagazione di onde elettromagnetiche. L'elemento di accoppiamento è costituito da una antenna per la rice-trasmissione di onde EM

Esempio: *Anti-Theft RFID Systems*

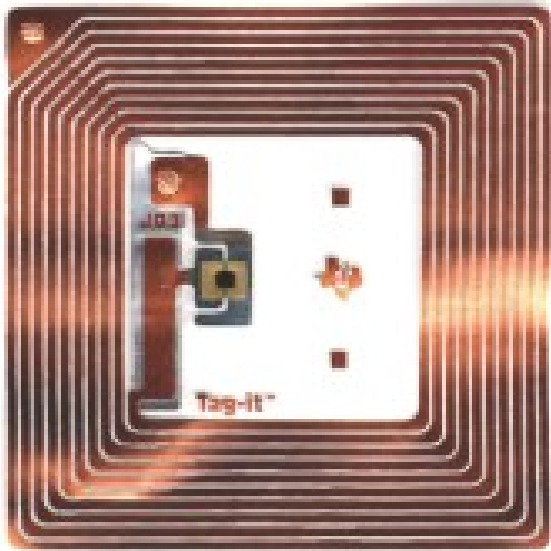
- ◇ La più nota (e più diffusa) applicazione della tecnologia RFID ad accoppiamento induttivo è probabilmente rappresentata dai sistemi antifurto delle merci negli esercizi commerciali;



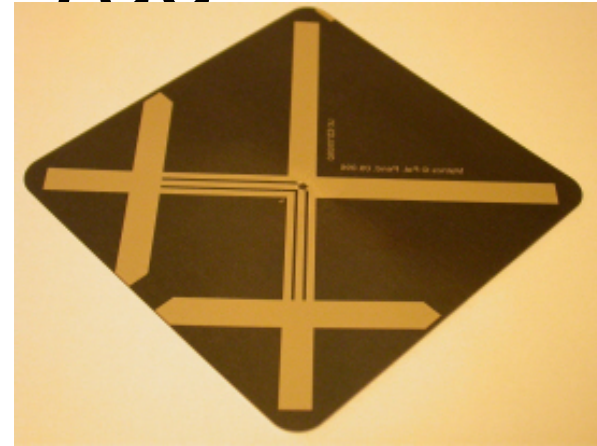
Electronic
Article
Surveillance

- ◇ Il *Tag* memorizza un solo *bit*, ed ai valori 1 e 0 corrispondono gli stati "ON" e "OFF";
- ◇ Quando il *Reader* rileva nel suo *range* di azione la presenza di un "Tag ON" scatta l'allarme, poiché in caso di avvenuto pagamento il *Tag* viene settato ad OFF (oppure rimosso).
- ◇ Funzionamento usuale ad accoppiamento induttivo a 13.56 MHz

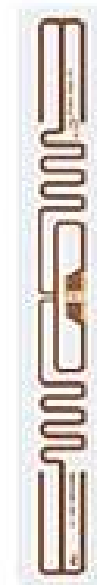
accoppiamento induttivo / propagazione EM esempi di *Tag*



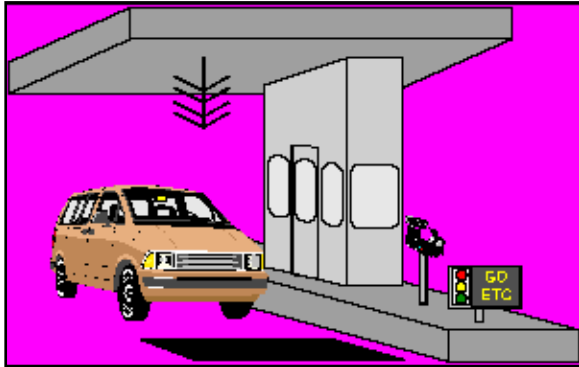
accoppiamento EM



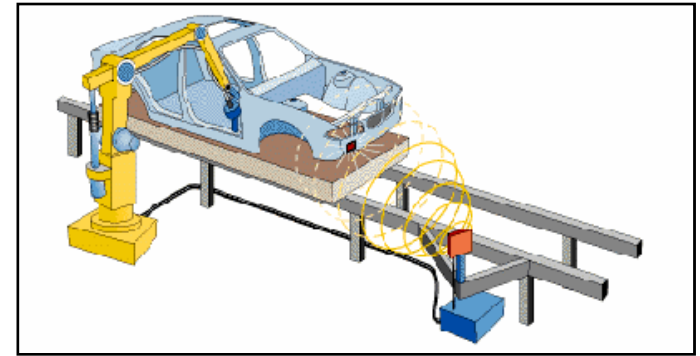
propagazione EM



Applicazioni (1/2)



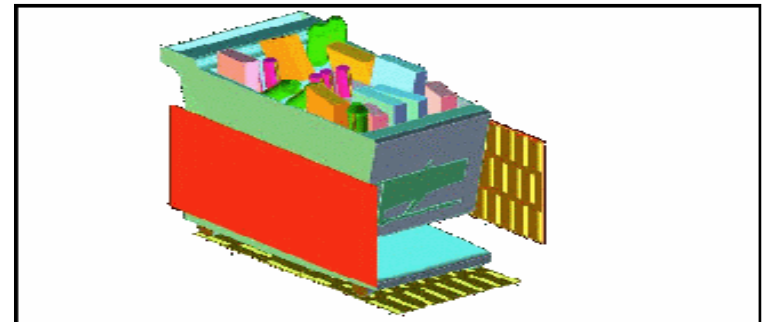
Telepass: il reader alla stazione di pedaggio legge il tag montato sul veicolo entrante e, se lo riconosce abilitato al passaggio, permette al veicolo di uscire dalla stazione



Catene di montaggio: i tag applicati sui pezzi in fase di produzione permettono il monitoraggio del loro movimento durante l'assemblaggio



Controllo accessi: il reader vicino alla porta riconosce il codice ID dei tag portati dai dipendenti, abilitando l'apertura della porta



Vendita al minuto: gli articoli in vendita sono etichettati con tag contenenti le informazioni del prezzo, che vengono trasferite al reader

Applicazioni (2/2)

Real Time Location (RTL):

identificazione della posizione degli oggetti utilizzando la trasmissione da parte dei TAG di segnali verso diversi Reader situati in posizione fissa, al fine di consentire ad una unità di base di eseguire una accurata Triangolazione (es: localizzazione di auto nei parcheggi)



Tracking di merci o prodotti: viene monitorato lo spostamento dei prodotti (per mezzo di opportuni gate di lettura) lungo la catena di distribuzione e/o produzione al fine di individuare eventuali inefficienze del sistema (esempio: Poste Italiane)

Sistema Ferroviario: informazioni relative allo stato della tratta e/o al traffico e/o segnalazioni semaforiche o di altro tipo vengono codificate all'interno di *Transponder* collocati in prossimità del binario e vengono acquisite al passaggio del treno (*Reader*).

Esempio: EuroBalise (HF), SSC (microonde)