

Linee Guida per la tecnologia RFID

III Edizione

ANIE Automazione

Linee Guida per la tecnologia RFID

maggio 2018

PREFAZIONE

La trasformazione tecnologica dell'industria in chiave 4.0 richiede l'integrazione di tutto il flusso produttivo, dalla progettazione al rilascio commerciale del prodotto, servizi inclusi. E per farlo occorre innervare con *software* e strumenti di analisi i diversi processi, virtualizzandoli e rendendoli interdipendenti. Il principio della fabbrica intelligente promuove intensivamente l'integrazione dell'intero processo di creazione del valore in un paesaggio IT unitario.

Una produzione decentrata e in rete con "intelligenza integrata" può funzionare solo con un elevato volume costante di informazioni, lungo l'intera catena di approvvigionamento e con i relativi oggetti. L'implementazione di questo concetto all'interno di un impianto di produzione, significa dover elaborare una grande quantità di dati dei sensori, ma anche nell'eseguire attività di identificazione. Con la tecnologia RFID - *Radio Frequency Identification* - il vantaggio, rispetto ad altre tecnologie, sta nel fatto che le informazioni possono essere sia lette che scritte. Da un lato ciò permette un controllo decentrato, flessibile e adattabile dei processi e dall'altro apre nuove opportunità di valutazione e regolazione dei processi in base a dati completi di identificazione.

Poiché la comunicazione con i prodotti deve avvenire in modo semplice, economicamente conveniente, in ogni momento e lungo tutto il processo di produzione e lavorazione, le soluzioni RFID si configurano come un tassello importante dell'intera catena produttiva: facendo leva sulla tecnologia e cavalcando le sue capacità prestazionali si possono superare o prevenire problematiche e disfunzioni che gravano sui costi di produzione; verificare la corretta composizione dei pezzi assemblati; controllare i tempi e metodi di lavorazione; rafforzare la sicurezza dei lavoratori; monitorare lo stato di salute delle macchine in ottica di risparmio energetico e di cicli di manutenzione ottimali.

Anche il perfezionamento della resa e del profilo qualitativo del bene prodotto rientra tra le motivazioni a supporto della tracciabilità in produzione: avere una percezione continua e veritiera dei vari reparti e dello stato di avanzamento di ogni singolo pezzo, fornire in tempo reale l'informazione legata non solo al processo produttivo, ma anche ad una corretta e puntuale evasione degli ordini e quindi soddisfazione dei clienti, rientra in un approccio lean alla produzione. La possibilità di identificare, selezionare e gestire i dati che ne derivano è fondamentale al fine di rendere coerente e realmente utilizzabile il flusso delle informazioni, che sono sempre più la risorsa critica della *Smart Manufacturing*.

Industria 4.0 rappresenta il volano che traina la standardizzazione di *hardware* e *software* permettendo alle aziende manifatturiere di ottenere risparmio dei costi, maggiore sicurezza, duttilità. L'RFID in questo contesto si pone, quindi, come una tecnologia importante e pervasiva, e proprio il 2017 ha visto un rafforzamento del suo trend di crescita, grazie anche alle misure contenute del Piano Nazionale Industria 4.0, come Iperammortamento e Nuova Sabatini, che incentivano le aziende ad investire in beni strumentali nuovi e in tecnologie innovative.

Dall'insieme di queste considerazioni prende forma la terza edizione delle "Linee Guida per la tecnologia RFID" che si propone di offrire al lettore una panoramica aggiornata dello stato dell'arte della tecnologia di identificazione a radio frequenza, con particolare riguar-

PREFAZIONE

do alle applicazioni di automazione industriale.

Il volume è organizzato in due sezioni: una prettamente tecnologica e l'altra imperniata sulla presentazione di casi applicativi.

Nella prima parte vengono descritti i principali aspetti tecnologici alla base dei sistemi RFID, quali frequenze, lettori, antenne, *tag*. Nella trattazione, oltre ad una descrizione generale dei sistemi *hardware* e *software*, sono presenti anche richiami normativi ai principali standard di riferimento. Vengono, inoltre, affrontati in maniera dettagliata aspetti relativi ai bus di campo, estremamente importanti per le applicazioni industriali. Segue una rassegna dei principali scenari applicativi in ambito industriale e un accenno ai settori non industriali. La sezione si chiude con considerazioni generali legate ai criteri di valutazione e scelta delle variabili che entrano in gioco nella creazione di un progetto per l'implementazione di un sistema RFID.

Nella seconda parte della Guida, trovano spazio le testimonianze dei principali fornitori di tecnologia RFID in campo industriale con *case history* relativi a differenti applicazioni volte all'ottimizzazione delle *operation*, della logistica e della *supply chain*, che consentono di comprendere meglio i benefici che derivano dalla scelta di determinate soluzioni.

Il lettore che approccia la tecnologia RFID può trovare nella Guida indicazioni utili ad apprendere rapidamente i principi fondamentali e le sue possibili applicazioni per la gestione della produzione e dell'intera filiera.

Gruppo RFID
ANIE Automazione

ANIE AUTOMAZIONE

Ad ANIE Automazione aderiscono le imprese, piccole medie e grandi, produttrici di beni e di servizi operanti nel campo dell'automazione dell'industria manifatturiera, di processo e delle reti di pubblica utilità. ANIE Automazione è una delle 14 Associazioni di settore di ANIE - Federazione Nazionale delle Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche, aderente a Confindustria.

L'Associazione attraverso i suoi Gruppi rappresenta, sostiene e tutela le aziende che svolgono attività nei seguenti comparti merceologici:

- Automazione di processo
- Azionamenti Elettrici
- Componenti e Tecnologie per la Misura e il Controllo
- HMI-IPC-SCADA
- Meccatronica
- PLC-I/O
- Software Industriale
- Telecontrollo, Supervisione e Automazione delle Reti
- Telematica applicata a Traffico e Trasporti
- UPS - Gruppi Statici di Continuità

Al Gruppo Componenti e Tecnologie per la misura e il controllo fa capo il sottogruppo RFID cui partecipano i principali fornitori di tecnologia RFID industriale, con l'obiettivo di:

- diffondere informazioni chiarificatrici su caratteristiche e applicabilità della tecnologia
- promuovere la tecnologia tra gli utilizzatori
- condividere e supportare gli sviluppi della normativa di settore
- quantificare e studiare il mercato

attraverso la pubblicazione di articoli tecnologici sulla stampa specializzata; la realizzazione di guide esplicative; la partecipazione a fiere ed eventi di settore con iniziative dedicate; la promozione di giornate di studio e di approfondimento tecnologico; le attività di *lobby* e di monitoraggio dei lavori normativi nelle sedi competenti; indagini statistiche e analisi di mercato.

INDICE

1	PANORAMICA E STATO DELL'ARTE	6
1.1	COS'È LA TECNOLOGIA RFID	6
1.2	DIFFERENTI TIPOLOGIE DI RFID	9
1.3	QUADRO TECNICO-NORMATIVO	12
1.4	BENEFICI DELLA TECNOLOGIA	17
2	COMPONENTI DI UN SISTEMA	20
2.1	HARDWARE	20
2.2	SOFTWARE	24
2.3	BUS DI CAMPO	34
3	SCENARI APPLICATIVI	43
3.1	APPLICAZIONI INDUSTRIALI	43
3.2	APPLICAZIONI NON INDUSTRIALI	44
4	CRITERI DI SCELTA NELLA CREAZIONE DI UN PROGETTO	46
5	CASE HISTORY	49
	BALLUFF AUTOMATION - SISTEMA DI TRACCIATURA MATERIE PRIME E LAVORATE TRAMITE TAG RFID	49
	HARTING - TRANSPONDER RFID UHF INTELLIGENTI CHE SVOLGONO FUNZIONI DI MONITORAGGIO	51
	IFM ELECTRONIC - RFID INCONTRA AS-I. MONITORAGGIO TRASPARENTE DEL MONTAGGIO	53
	OMRON ELECTRONICS - TRACCIABILITÀ AD ALTA TEMPERATURA NEL SETTORE CONSERVIERO DELLA FRUTTA E VERDURA	55
	PEPPERL+FUCHS - IDENTIFICAZIONE RFID PER LA PRODUZIONI DI ACCESSORI PER ABBIGLIAMENTO E PELLETERIA	57
	SCHNEIDER ELECTRIC - SOLUZIONE RFID PER IL CONTROLLO MESCOLE PER LO STAMPO DI VASCHETTE ALIMENTARI	59
	SICK - RFID PER GESTIRE LA FLESSIBILITÀ NELLA PRODUZIONE E NELLA LOGISTICA AUTOMOTIVE	61
	SIEMENS - LA TRASPARENZA INCONTRA L'EFFICIENZA. LA TECNOLOGIA RFID UHF OTTIMIZZA I PROCESSI DI SUPPLY CHAIN	63
	TURCK BANNER - LA SOCIETÀ MAGNA USA RFID TURCK PER TRACCIARE IL MONTAGGIO DI PARAURTI PRESSO PRIMARIA AZIENDA AUTOMOBILISTICA	65
	NOTE BIBLIOGRAFICHE	67

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

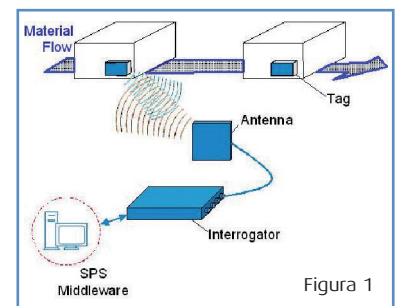
Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

1.1 COS'È LA TECNOLOGIA RFID

Generalmente per RFID si intende la tecnologia di identificazione automatica in radiofrequenza di oggetti, animali o persone tramite la lettura a distanza di informazioni contenute in un sistema *microchip*-antenna chiamato *transponder* oppure più comunemente *tag*.

Un qualsiasi sistema RFID vede la presenza di due componenti fondamentali:

1. Un *transponder* che contiene, in una scheda di memoria, le informazioni relative all'oggetto da identificare su cui esso è situato;
2. Un lettore, o *reader*, che interroga e riceve le informazioni in risposta dal *tag* e può confrontarle con quelle contenute in una banca dati a cui è connesso in rete.



Il lettore è rappresentato da un ricetrasmittitore controllato da un microprocessore e può essere classificato a seconda che l'antenna sia integrata o esterna. Per interagire con i *transponder* a distanze molto brevi o addirittura a contatto, è sufficiente utilizzare delle antenne molto piccole mentre per operare a distanze più elevate, sono necessarie antenne di dimensioni maggiori.

Per quanto riguarda i *tag*, invece, la classificazione prende in esame un maggiore numero di parametri: la presenza o meno di un *chip* di memoria; la frequenza a cui operano; la possibilità di utilizzarli in sola lettura (R/O) oppure anche in scrittura (R/W); che siano riutilizzabili o a perdere; il tipo di alimentazione (*tag* attivi, passivi o semi-passivi).

Nei *tag* passivi l'energia per il funzionamento viene ricavata dal segnale emesso dal *reader* e captato dalla propria antenna. Quelli semi-passivi sono dotati di una batteria che alimenta un *chip* di memoria oppure dei sensori che monitorano determinate grandezze, ad esempio la temperatura, ma non la trasmissione che avviene come nei *tag* passivi. I *tag* attivi, invece, incorporano una batteria che alimenta il sistema di comunicazione e i circuiti elettronici aumentando di molto la distanza operativa del sistema. Risulta quindi evidente come la vita dei *tag* passivi, a differenza di quelli attivi, sia teoricamente infinita in quanto l'antenna del *tag* raccoglie l'energia per alimentare il *microchip* dal campo elettromagnetico in cui è immerso.

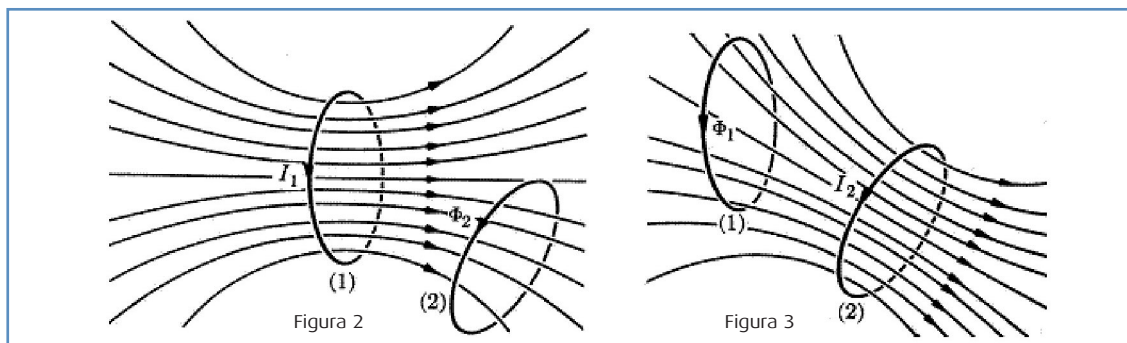
Considerando la capacità di trasporto dati, i *tag* vanno da 64 bit ad alcune decine di kbyte e le velocità di trasferimento partono da qualche centinaia di bit al secondo fino ad un massimo di 1 Mbit/s.

Il tipo di trasmissione dei dati tra lettore e *transponder* differisce a seconda delle caratteristiche del *tag* impiegato e si distingue in due tipologie di trasmissione: tramite accoppiamento elettromagnetico oppure induttivo.

L'accoppiamento induttivo o magnetico è solitamente adoperato per sistemi con frequenze fino a 27 MHz e distanze operative che non superano il metro e mezzo. Il principio di funzionamento è essenzialmente analogo a quello di un trasformatore. Il passaggio di corrente nell'antenna del *reader* crea intorno ad esso un campo magnetico le cui linee di forza

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

risultano parzialmente concatenate con la superficie delimitata dall'antenna del *transponder*. La concatenazione genera un flusso magnetico nell'antenna del *tag* proporzionale all'intensità di corrente che scorre nell'antenna del *reader* e al coefficiente di mutua induzione, che a sua volta dipende dalla forma dei circuiti, dalla posizione relativa e dal mezzo circostante. Se la corrente è variabile si ottiene uno scambio di energia mediante il campo elettromagnetico tra i due circuiti ed è proprio secondo questo principio che si alimentano i *tag* passivi. Variando poi l'impedenza della propria antenna, il *transponder* risponde al *reader* inviandogli le informazioni richieste. L'energia raccolta dal *tag* dipende oltre che dalla distanza dal *reader* anche dall'orientamento relativo. Infatti il campo magnetico è un campo vettoriale dotato quindi di modulo, direzione e verso. Affinché le linee di flusso possano concatenarsi in maniera ottimale ai due circuiti rappresentati dalle due antenne, è necessario che il *tag* sia allineato alla direzione del campo magnetico. Se l'orientamento del *tag* si discosta molto da questa condizione l'energia raccolta può risultare insufficiente



al suo funzionamento.

L'altro tipo di trasferimento dati invece utilizza un classico sistema radio ed è una trasmissione in radiofrequenza vera e propria. Si parla in questo caso di accoppiamento elettromagnetico.

Questo tipo di trasmissione viene solitamente preferita quando la frequenza del segnale supera i 27 MHz. A queste frequenze si opera in regime di "campo lontano" ovvero a distanze per cui l'effetto di mutua induzione non è più quello prevalente. Infatti si utilizzano antenne a dipolo come nei tradizionali sistemi di radiocomunicazione. Nel caso di *tag* passivi l'onda elettromagnetica emessa dal *reader* incide sull'antenna del *transponder* e viene parzialmente assorbita per permettere il funzionamento del *tag* stesso. Si noti però che l'energia assorbita non è sufficiente all'alimentazione di un trasmettitore. La trasmissione sfrutta infatti l'effetto di *backscatter* in cui una piccola parte dell'onda del *reader* viene riflessa dall'antenna del *tag* verso il lettore. Affinché l'onda riflessa in *backscatter* possa trasportare un messaggio il *tag* modula la portante tramite la variazione d'impedenza della sua antenna come nel caso dell'accoppiamento magnetico. Per massimizzare il trasferimento d'energia la lunghezza del dipolo dell'antenna dovrebbe essere pari alla metà o ad un quarto della lunghezza d'onda. Risulta quindi evidente come le dimensioni delle antenne siano proporzionali alla banda impiegata nella trasmissione. In queste condizioni l'energia disponibile è inversamente proporzionale al quadrato della distanza, mentre nel caso di accoppiamento induttivo, il decadimento con la distanza è alla sesta potenza.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

Panoramica
e stato
dell'arte

Nei sistemi a radiofrequenza l'informazione da trasmettere è tipicamente sotto forma di corrente o tensione elettrica e rappresenta un segnale detto modulante. Tramite un segnale portante è possibile traslare in frequenza il segnale modulante.

Tale procedura è detta modulazione. Il tipo di modulazione e la frequenza d'impiego definiscono la velocità di trasmissione dati. La frequenza portante insieme alla banda di comunicazione, cioè l'ampiezza dello spettro assegnata alla trasmissione, definiscono il canale. Alle varie applicazioni sono associate, da diversi organi normatori, differenti canali.

Dato che il segnale del *tag* tipicamente ha una potenza molto minore di quella del *reader* spesso si preferisce che il *tag* moduli la risposta su di una sottoportante. Tale procedimento prende il nome di "tecnica fuori banda" e dà la possibilità di ottenere una comunicazione continua - cosa che non risulta possibile nelle tecniche in banda dove *tag* e *reader* non possono comunicare contemporaneamente.

Componenti
di un
sistemaScenari
applicativi

Le tipiche applicazioni della tecnologia RFID portano ad avere un gran numero di *tag* con molteplici *reader* vicini. In questa situazione tutti i *tag* tendono a rispondere contemporaneamente all'interrogazione ricevuta da tutti i *reader*. Per non avere la sovrapposizione delle risposte e delle interrogazioni, si sincronizzano tra di loro i diversi *reader* e sono stati evoluti degli algoritmi anti-collisione implementati nei *tag* in modo da ordinare temporalmente e riconoscere individualmente le loro risposte.

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

L'impiego dell'identificazione in radiofrequenza comporta l'insorgenza di alcune problematiche connesse all'ambiente d'utilizzo. A seconda delle condizioni si possono verificare fenomeni di diffrazione, rifrazione e riflessione. Riferendosi a quest'ultimo le superfici metalliche rappresentano il maggiore fattore di criticità. La riflessione delle onde emesse può portare alla formazione di echi o più in generale disturbi.

Case
History

Analogamente se invece il *trasponder* viene posto all'interno di un contenitore metallico, per esempio un *container*, non è rilevabile dal suo esterno per l'effetto noto come gabbia di *Faraday*.

Anche il cartone umido può portare all'impossibilità di comunicazione con un *tag* ivi contenuto ed allo stesso modo in alcune bande, i materiali organici impediscono il passaggio delle onde EM. Per quanto riguarda la presenza di altri campi elettromagnetici la qualità della comunicazione tra antenna e *tag* può diminuire fortemente. Altra limitazione collegata all'impiego di questa tecnologia è connessa alla temperatura d'esercizio.

A temperature estreme quali quelle dei forni o al contrario degli ambienti frigoriferi i *tag* possono non funzionare o danneggiarsi. Infine il costo delle etichette potrebbe risultare un deterrente nell'impiego di questa tecnologia soprattutto in quelle applicazioni in cui i *tag* sono a perdere, in quanto applicati direttamente ai prodotti che raggiungono il cliente finale. In compenso con l'affermarsi di questa tecnologia, il costo dei *tag* più semplici è sceso a valori di pochi centesimi di Euro.

Alcune resistenze all'uso dell'identificazione mediante RFID sono spinte da timori legati alla perdita della *privacy*. Questo rischio può essere limitato adottando varie forme di codifica dei dati che possono proteggere sia la trasmissione sia l'intercettazione mirata alla contraffazione dei dati trasmessi. Inoltre è stato anche messo a punto un sistema a dispersione di spettro, in cui la potenza del segnale viene distribuita su una banda molto più larga di quelle a banda stretta. Il segnale così ottenuto risulta essere molto simile ad un disturbo e

Note
Bibliografiche

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

quindi risulta piuttosto sicuro da attacchi fraudolenti.

1.2 DIFFERENTI TIPOLOGIE DI RFID

Per quanto riguarda la catalogazione in base alla frequenza d'impiego, si definiscono quattro differenti famiglie:

1. LF 120 - 145 KHz
2. HF 13,56 MHz
3. UHF 860 - 950 MHz
4. Microonde 2,4 - 5,8 GHz

LF	HF	VHF	UHF	MW
RFID-Systems < 135 kHz	RFID-Systems 13.56 MHz		RFID-Systems 860 - 960 MHz	RFID-Systems 2.45 GHz

Figura 4

Le prime due sono utilizzate solitamente in condizioni di "campo vicino", cioè sfruttano l'accoppiamento induttivo. Al contrario per le frequenze più elevate, UHF e microonde, le applicazioni sono tipicamente di "campo lontano", cioè sono gli effetti del campo elettromagnetico ad essere dominanti.

Dispositivi LF

Storicamente sono i primi sistemi ad essere stati impiegati nell'identificazione in radiofrequenza e dato che ormai hanno raggiunto il pieno sviluppo come prestazioni e costi nessun produttore di *chip* investe più in questa tecnologia. LF è l'acronimo inglese di *Low Frequency* (bassa frequenza) e caratterizza appunto i sistemi nella banda bassa dello spettro. Generalmente sfruttano l'accoppiamento induttivo di *tag* passivi e la distanza operativa è pari al diametro dell'antenna del lettore che si attesta in un intervallo compreso tra 30 cm e 1 m, anche se ci sono alcune applicazioni a contatto. L'antenna del *tag* è rappresentata da un avvolgimento di rame su di un piccolo nucleo di ferrite che convoglia il campo magnetico. L'antenna richiede quindi un avvolgimento di rame alquanto voluminoso, che insieme ai costi relativamente elevati rappresenta il principale svantaggio di questi sistemi. Al contrario però non risultano particolarmente influenzati dalla presenza di liquidi o tessuti organici il che spiega come il loro maggiore impiego sia nel campo della tracciabilità animale, in cui il *tag* viene rivestito di un supporto ceramico o plastico e inserito in modalità sottocutanea oppure nello stomaco dei bovini. Viene però anche impiegato nel controllo di accessi e nel campo automobilistico per chiavi e antifurti. Le frequenze tipiche d'impiego sono 125,5 kHz nel settore *automotive* mentre 134,2 kHz nella tracciabilità animale. Nelle rare applicazioni con *tag* attivi si possono raggiungere facilmente campi operativi di 2 m. La distanza di scrittura tipicamente si attesta nell'intervallo di 30-50% della distanza di lettura. Sono disponibili sia *tag* di sola lettura a bassa capacità, cioè 64 bit, che lettura e scrittura a 2 kbit. La velocità di trasmissione è piuttosto lenta e non supera 1 kbit/s. Nei sistemi LF si possono implementare algoritmi anti-collisione anche se in realtà la lettura multipla non è molto impiegata.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

Dispositivi HF

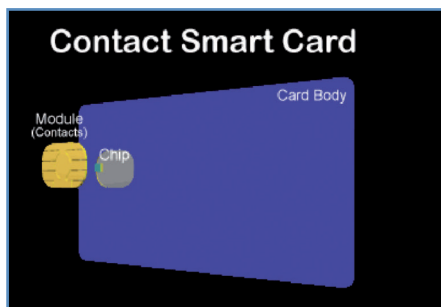


Figura 5

Rappresenta la banda d'impiego maggiormente diffusa in quanto è accettata da tutti gli enti normatori mondiali ed è riservata per l'uso industriale, scientifico e medico. Come nei sistemi a bassa frequenza i dispositivi HF, *High Frequency* (alta frequenza), sfruttano l'accoppiamento induttivo, spesso con *tag* passivi. Inoltre risultano essere praticamente insensibili ai liquidi e ai tessuti organici. A differenza dei sistemi LF, in HF è possibile costruire delle antenne a campo magnetico rotante in modo da consentire la lettura di *tag* con orientamenti diversi. Si distinguono in 2 famiglie dette *proximity*, fino a 30 cm di distanza operativa, e *vicinity*, 30-90 cm di distanza operativa. Il limite massimo comunque si attesta intorno al metro e mezzo in lettura e ad 1,2 m in scrittura anche se questi valori dipendono fortemente dalla forma, dimensione e dal numero di spire dell'antenna del *tag* e dall'intensità del campo emesso. Disponibili sia in R/O che R/W hanno capacità di memoria che raggiungono alcune decine di kbit con una buona velocità di trasferimento di almeno 28 kbit/s. I metodi anti-collisione arrivano a supportare la lettura di 20-30 *tag* al secondo in funzione delle caratteristiche del sistema e degli algoritmi impiegati. L'applicazione di maggior impiego è la cosiddetta "etichetta intelligente" o "*smart card*" in cui convivono la tecnologia RFID e quella del codice a barre. In questi sistemi un *chip* e un'antenna vengono applicate ad un supporto plastico e rivestiti da uno strato di carta su cui può venir stampato un codice a barre recante una parte oppure tutte le informazioni memorizzate sul *chip*. In ambito industriale sono frequentemente impiegati gli *hard tag* costituiti da *chip* e antenna rivestiti da strati plastici che li proteggono a livello meccanico, dalle condizioni ambientali, e possono permettere l'applicazione diretta su materiali metallici. Oltre che per le etichette intelligenti, le maggiori applicazioni HF si manifestano nel controllo d'accessi, nel settore tessile, dell'editoria e manifatturiero. Si sta inoltre sviluppando il settore della tracciabilità in ambito aeroportuale per lo smistamento dei bagagli utilizzando "navette" di trasporto e sono in atto sperimentazioni sui passaporti elettronici.

Dispositivi UHF

UHF è l'acronimo di *Ultra High Frequency* e sta ad indicare i segnali a radiofrequenza trasmessi nella banda 860-950 MHz. Tale banda di frequenze viene utilizzata diversamente nel mondo il che pone alcuni ostacoli a soluzioni unificate: in Europa la sottobanda è 865-870 MHz (utilizzabile dal 2001, in Italia dal 2007), 902-928 MHz negli Stati Uniti e 950 MHz in Asia. A seconda della nazione o area geografica esistono differenti certificazioni che i lettori/scrittori devono possedere per essere utilizzati in una specifica nazione. Le più comuni sono:

- Europa / Arabia Saudita / Sud Africa: ETSI EN 302 208-2
- USA / Canada / Mexico: FCC Part 15.247 / CAN ICES-3 (A); NMB-3(A) / NOM-121
- Australia: AS/NZ 4268
- Cina: SRRC
- Giappone: ARIB STD-T106 / ARIB STD-T107

Attualmente, il sistema UHF è generalmente utilizzato per applicazioni dove sono richieste

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

distanze di lettura piuttosto elevate, anche di alcuni metri. Tali applicazioni comprendono l'identificazione di *pallet* e di confezioni, l'identificazione dei veicoli in una fabbrica per il controllo della produzione, o nel controllo pedaggi autostradali (RFid attiva). L'UHF è la soluzione RFid più recente per l'etichettatura degli articoli all'interno della catena logistica. In particolare, la tecnologia UHF è utilizzata per implementare lo *standard* GS1 EPC Global, che permette la condivisione delle informazioni logistiche fra produttori, distributori e rivenditori, analogamente a quanto avviene per i codici a barre o i codici 2D *Datamatrix*. Anche nel settore *automotive* la tecnologia UHF è sempre più utilizzata per la tracciabilità delle vetture lungo la catena produttiva. L'utilizzo di *tag* UHF permette l'applicazione del *tag* direttamente sulla scocca e la lettura a distanze variabili.

	UHF
Accoppiamento	Elettromagnetico
Alimentazione del TAG	Passivi e Attivi
Potenza massima lettore	Europa: 2W ERP (<i>Equivalent Radiated Power</i>) USA: 4W EIRP (<i>Equivalent Isotropic Radiated Power</i>)
Distanza operativa	Tipica 0-5m, lettura <i>TAG</i> passivi Distanza operativa influenzata dalle norme nazionali sulla potenza emessa e dalla tipologia di <i>tag</i> utilizzato
Capacità di Lettura/Scrittura	Generalmente R/W; disponibili R/O
Capacità di trasporto dati	Generalmente di tipo R/W offrono capacità di memoria che può variare da 64bit fino ad alcuni kbit. Spesso contengono 96bit di codice unico identificativo (UID) programmato durante la produzione
Velocità trasferimento dati	Tipicamente nell'intorno di 28 kbit/s ma esistono dispositivi che raggiungono performance superiori
Letture Multiple	Meccanismi anti-collisione per lettura di circa 100 <i>tag</i> /s dipendendo da sistema e algoritmi
Formati	Vari formati per le diverse esigenze ambientali compresa l'applicabilità a unità metalliche. Uno dei formati più apprezzabili è la cosiddetta "etichetta intelligente" che vede <i>chip</i> ed antenna integrate in quella che può essere inclusa in una normale etichetta stampata
Influenze ambientali	Le prestazioni sono ridotte in presenza di metalli, liquidi, tessuti organici ed umidità
Costi	Meno costosi dei <i>tag</i> HF. Il costo minore è quello delle "etichette intelligenti", legato anche alle quantità richieste

Tabella 1

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

1.3 QUADRO TECNICO-NORMATIVO

Organizzazioni normatrici

La tecnologia RFID è stata oggetto di una serie di attività di sviluppo sia a livello pubblico sia privato (consorzi di aziende). Purtroppo inizialmente il tema della standardizzazione è stato erroneamente sottovalutato. La storia degli *standard* RFID, nella prima decade di vita, non ha seguito uno sviluppo ideale e l'introduzione di questa tecnologia non è stato sicuramente un processo conforme a regole prestabilite. Ciò è dipeso da una divergenza di opinioni inerenti la necessità di divulgare *standard* unici ad uso pubblico.

Ai tempi, una buona parte degli esperti considerava la proliferazione e la divulgazione delle specifiche emesse da parte di consorzi privati, i cosiddetti "standard de facto", uno stimolo a sviluppare tecnologie antagoniste, il cui successo sarebbe stato garantito dalle prestazioni e dal mercato, in una sorta di "libera" competizione, invece che da accordi presi all'interno di commissioni.

Fortunatamente, a distanza di 15-20 anni, la linea che si sta affermando vede il prevalere degli *standard* "pubblici", con la sempre più crescente presenza di due fondamentali protagonisti:

- EPCglobal, un gruppo industriale che sostiene l'adozione dello standard EPC, in rappresentanza degli interessi degli utenti finali;
- ISO, l'organizzazione internazionale per la normazione che rappresenta la comunità tecnologica e che promuove la normalizzazione delle tecnologie, garantendo agli utenti di tutte le latitudini l'interoperabilità e la compatibilità dei prodotti di diversi produttori.

C'è un terzo protagonista: l'ITU (*International Telecommunications Union*). L'allocazione in frequenza risale alla ripartizione internazionale delle frequenze stabilita appunto dall'ITU che opera dividendo il pianeta in tre differenti regioni:

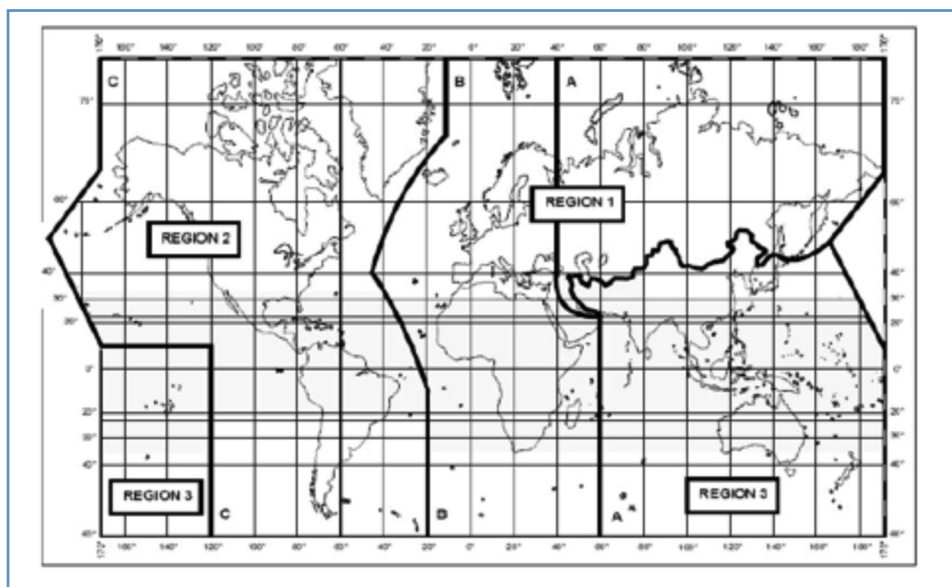


Figura 6

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

Considerando la separazione geografica effettuata a livello globale dall'ITU, la gestione delle bande di frequenza viene spesso effettuata su base nazionale.

Può pertanto accadere che medesimi intervalli di frequenza sono destinati ad impieghi differenti in differenti regioni del mondo.

Gli apparati RFID, dal punto di vista dell'allocazione delle bande di frequenza, possono rientrare, a seconda della tecnologia impiegata, in diverse categorie:

1. *Inductive application* - Oggetti che comunicano in prossimità per accoppiamento induttivo appunto e con trasferimento di energia tramite campo magnetico (*TAG* passivi in HF/LF, NFC e simili);
2. *SRD (Short Range Devices)* - Oggetti che comunicano a radiofrequenza. Rientrano nella categoria sia dispositivi passivi con trasferimento di energia tramite campo elettromagnetico (anziché per accoppiamento induttivo) sia dispositivi attivi che comunicano sempre in radiofrequenza;
3. *RFID* - Solo negli ultimi anni nella normativa internazionale per l'allocazione in frequenza è comparso esplicitamente il termine *RFID*, in genere riferito a sistemi con *TAG* passivi ad accoppiamento elettromagnetico operanti ad alta frequenza (UHF).

Questi apparati tipicamente non richiedono licenza per essere utilizzati, ma sono comunque regolati, per quanto riguarda bande di frequenze e potenze emesse, da una legislazione che differisce da paese a paese. In Europa, quasi sempre, gli apparati *SRD* ed *RFID* non operano su bande ad uso esclusivo, ma condividono frequenze utilizzate anche da altri servizi sulla base del principio di "non interferenza".

Questo principio si fonda sul presupposto che apparati a "corto raggio" emettano potenze RF di entità così modeste da generare un campo EM significativo solo in prossimità degli apparati e tale da non interferire con servizi che operino a lunga distanza. In Italia, per esempio "gli apparati a corto raggio (*SRD* ed *RFID*) sono apparati radioelettrici destinati ad operare su frequenze collettive, senza diritto a protezione e su base di non interferenza con altri servizi, per collegamenti a breve distanza"¹.

Il fatto che la tecnologia *RFID* venga classificata tra le tecnologie a "corto raggio" ai fini dell'allocazione in frequenza, fa emergere un altro tipo di criticità. Le bande dedicate a questo tipo di apparati, infatti, vengono allocate dagli organismi regionali. Europa, Usa e Cina giusto per citarne qualcuno.

Ovviamente ogni Paese salvaguarda le proprie esigenze nazionali. Questo può comportare che la medesima banda venga allocata per usi differenti in differenti regioni. Tuttavia nell'ambito LF/HF una differente regolamentazione regionale non costituisce un problema. Per applicazioni di logistica per esempio, tipicamente settori coperti dalla tecnologia UHF in cui gli *RFID* sono destinati a viaggiare con le merci anche tra continenti diversi, la differenza di allocazione delle bande tra regione e regione comporta notevoli difficoltà per l'operatività globale.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

1. cfr. Piano Nazionale di Ripartizione delle Frequenze, PNRF, d.M.8 luglio 2002

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

Sistemi di misura

Gli organismi di regolamentazione stabiliscono dunque la frequenza o la banda di frequenza (come nel caso dell'UHF), la potenza di emissione e il tempo massimo di comunicazione fra etichette e lettori.

La potenza della trasmissione si esprime in Watt.

Nel caso della trasmissione induttiva, si preferisce spesso esprimerla non come potenza ma come intensità di corrente per metro (A/m) in quanto fornisce un'idea immediata dell'intensità del campo magnetico in gioco. Nel caso della trasmissione induttiva, LF ed HF, si parla anche di funzionamento in "campo vicino", nel caso di trasmissione UHF si parla anche di funzionamento in "campo lontano".

Da notare che mentre quando si opera nel campo vicino, è ben definita la topologia dello stesso, per cui le letture provengono da *tag* che si trovano esclusivamente in quel campo, quando si opera in campo lontano questo non è più vero.

In altre parole si paga la maggior distanza di lettura con una maggiore incertezza sulla localizzazione della risposta di un certo *tag*. Questa incertezza va poi risolta via *software*. Resta da chiarire un ulteriore punto per quanto riguarda la potenza di lettura quando questa si esprime in termini di potenza. Il problema che si pone è dove e come si misura questa potenza: il sistema Americano misura l'EIRP, ossia l'*Equivalent Isotropic Radiated Power*, mentre il sistema Europeo misura l'ERP, ossia l'*Effective Radiated Power*².

Norme tecniche ed enti di normazione

Le norme tecniche che regolano l'identificazione automatica mediante RFID per gli oggetti (*RFID for Item Management*) sono stilate dal sottocomitato SC31 del JTC1 (*Joint Technical Committee 1*). Il JTC1 è un comitato costituito a partire da ISO e IEC (*International Electrotechnical Commission*). Relativamente alla tracciabilità degli oggetti con RFID, il sottocomitato SC31 ha ripartito i compiti tra sette *Working Group*, di seguito specificati:

Working Group	Working Area	Stato
ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 1	<i>Data carrier</i>	Attivo
ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 2	<i>Data structure</i>	Attivo
ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 3	<i>Conformance and performance</i>	Sciolto - Spostato in WG 1 e WG 4
ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4	<i>Radio communications (RFID, RTLS, Security)</i>	Attivo
ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 5	<i>Real time location systems</i>	Sciolto - Spostato in WG 4
ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 6	<i>Mobile item identification and management</i>	Sciolto - Spostato in WG 2 e WG 4
ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 7	<i>Security and file management</i>	Sciolto - Spostato in WG 4

Tabella 2

2. Il rapporto fra i due sistemi di misura è $1W ERP = 1,62W EIRP$

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

La tracciabilità delle persone è invece gestita a livello internazionale dal sottocomitato ISO/IEC/JTC1/SC17.

Si segnalano inoltre le seguenti norme, prodotte dall'ISO/IEC/SC17/WG8 sulle *smart card contactless*: **10536** e **14443** per le letture a qualche millimetro (*vicinity*) e la **15693** per le letture a qualche centimetro (*proximity*).

Tutte e due utilizzano la frequenza 13,56 MHz, ma non sono interoperabili.

Da ultimo, l'NFC - *Near Field Communication* (fino a 10 cm) è lo standard **ISO 18092 NFCIP-1** e **ISO 21841 NFCIP-2**, e con i recenti *chip* permette di leggere/scrivere anche *tag* ISO 14443 e ISO 15693.

La normativa in Italia

La banda di operatività della tecnologia ISO 18000, a differenza degli Stati Uniti, opera su una banda assegnata al Ministero della Difesa. Di conseguenza l'adozione di tale tecnologia risulta essere limitata agli scopi prototipali.

La banda di operatività dei *tag* 13.56 MHz è libera. Nel luglio 2007, grazie alla collaborazione del Ministero della Difesa, che impegna la banda UHF per alcuni ponti radio ad uso militare, il Ministero delle Comunicazioni ha liberalizzato le frequenze UHF comprese fra 865 e 868 MHz per le applicazioni RFID ad uso civile.

Pur essendo le normative a livello mondiale disomogenee e ancora prive di standardizzazioni, nel 2011 l'Unione Europea ha stabilito le linee guida da adottare per i produttori di sistemi RFID ottenendo risultati in linea con le attuali normative anche in tema di *privacy*.

Protocolli di comunicazione

Il protocollo di comunicazione è il linguaggio utilizzato fra i lettori e le etichette. Come tutti i linguaggi, comprende un vocabolario e una sintassi che riguardano gli ordini e i dati contenuti nelle etichette.

La serie di norme **ISO/IEC 18000 Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RFID for item Management - Air Interface** è declinata per frequenza. Tutte le norme 18000 sono pubblicate dal 2004, ma hanno subito da allora una revisione completa con l'obiettivo di migliorare tutti i livelli di prestazione.

Presentate come "la" soluzione ai problemi di interoperabilità, le norme 18000 non sono in realtà sufficienti, da sole, per conseguire tale obiettivo, che richiede due condizioni: da una parte, l'utilizzo di un protocollo comune per la comunicazione fra il lettore e l'etichetta, che è la materia delle norme 18000, dall'altra, l'organizzazione in modo unico della struttura dei dati contenuti nel *chip*.

Le norme 18000 fanno, dunque, parte di un gruppo di norme oggi pubblicate e che, prese nel loro insieme, permettono di ottenere l'interoperabilità.

Test di conformità

Per la conformità vi sono alcune norme che si declinano per frequenza (come le norme di base della serie 18000): **ISO/IEC 18047: Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RFID Conformance Test Methods**.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche**Test di performance**

Nel febbraio 2005 è stato pubblicato il *Technical Report* 18046, che permette agli integratori di soluzioni RFID di trovare i sistemi che soddisfano le necessità dei loro clienti, sulla base di *performance* verificate, e che possono costituire un referenziale anche se i test non sono praticati *in situ*. Infatti, l'interoperabilità consente di affermare che tutti i lettori conformi ad una certa norma ISO/IEC 18000 siano in grado di leggere tutte le etichette RFID ugualmente conformi alla stessa norma.

Tuttavia, questa interoperabilità non significa che tutti i sistemi disponibili sul mercato abbiano le stesse prestazioni, in tutto e per tutto uguali.

In ogni caso, la cattura dell'informazione sarà garantita, ma non la distanza e la rapidità della lettura o lo stesso tasso di lettura in un determinato ambiente elettromagnetico.

Questo TR 18046 è stato trasformato in IS (*International Standard*) e pubblicato nel febbraio del 2006. Un'evoluzione che però non riduce la complessità delle installazioni: non si tratta più di raccomandazioni, ma di regole precise sulle condizioni di *test* che devono condurre ad una unicità di risultati, qualunque sia il luogo in cui essi sono effettuati.

Questa norma è evidentemente uno strumento indispensabile per una corretta visione delle prestazioni dei sistemi RFID e, quindi, per la maggior salvaguardia degli investimenti. La tecnologia RFID dipende dalle leggi fisiche della trasmissione mediante onde elettromagnetiche.

In questo modo si avrà uno strumento certo anche per misurare le performance dei sistemi.

La **ISO/IEC 18046** *Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques* si suddivide nelle parti:

1. *RFid Performance Test Methods for RFid systems*
2. *RFid Performance Test Methods for RFid interrogators*
3. *RFid Performance Test Methods for RFid tags*
4. *Test methods for performance of RFID gates in libraries*

Il sottogruppo WG3/SG1 ha anche elaborato due serie di norme per i RTLS (Real Time Locating System):

- **ISO/IEC 24769:** *Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RTLS Device Conformance Test Methods*
- **ISO/IEC 24770:** *Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RTLS Device Performance Test Methods*

Gestione dei dati

Tre norme garantiscono la coerenza dei comandi di lettura e della gestione dei dati:

- **ISO/IEC 15961:** *Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RFid for item Management - Host Interrogator - Tag functional commands and other syntax features*. Questa norma ha subito varie revisioni, per incorporare innanzitutto le funzionalità della 18000-6C, in secondo luogo l'integrazione di sensori e batterie nei *tag*. In un secondo momento è stata formulata in quattro parti:

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

1- *Data protocol*, 2- *Registration of RfId data constructs*, 3- *Data protocol: data constructs*, 4- *Data protocol: batteries and sensors*.

- **ISO/IEC 15962:** *Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RfId for item Management - Data Syntax Data encoding rules and logical memory functions*. Pubblicata in ottobre 2004 e sottoposta a revisione per le stesse ragioni della 15961.
- **ISO/IEC 15963:** *Information Technology - Automatic Identification and Data Capture Techniques - RfId for item Management - Unique identification of RF Tags and Registration Authority to manage the Uniqueness*. Quest'ultima importante norma garantisce che tutti i chip che costituiscono un *tag* RFID abbiano un numero assolutamente unico e crea un organismo incaricato di gestire questa unicità, la sola cosa che permette la tracciabilità e l'identificazione di ciascun singolo *tag*. Una quarta norma riguarda le regole di codifica relative ai sensori associati ai *tag*.

1.4 BENEFICI DELLA TECNOLOGIA

L'identificazione automatica di un prodotto nel corso del suo ciclo di vita è ad oggi ancora realizzata nella maggior parte dei casi tramite l'utilizzo del codice a barre. Il passaggio all'identificazione in radiofrequenza, che si sta verificando gradualmente, presenta molti vantaggi, sia dal punto di vista dell'efficienza, che da quello della flessibilità e robustezza del sistema. Di seguito, vengono analizzati i vantaggi più importanti.

Lettura e scrittura non a contatto

Ogni *tag* può memorizzare una grande quantità di dati (fino a 16 kbyte e più), più che sufficienti per qualsiasi tipologia di applicazione. I dati necessari per ogni "processo" possono essere scritti e riscritti liberamente e senza contatto diretto con il *tag*. In tal modo è possibile realizzare una soluzione senza l'utilizzo di supporti cartacei ed eliminare molti fattori che diminuiscono il rendimento all'interno di ogni processo.



Figura 7

Integrazione di oggetti e dati per la massima flessibilità ed affidabilità

I dati di produzione sono distribuiti per alleggerire il carico del sistema centrale (*host system*). In questo modo si tagliano i costi di sviluppo del sistema, si riducono i tempi di *start-up* delle applicazioni e si permette una maggiore flessibilità nel caso di cambiamento di alcune parti del sistema. L'integrazione di oggetti e dati realizza una soluzione precisa e priva di errori, con un efficiente controllo della qualità. Inoltre la memorizzazione dei

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

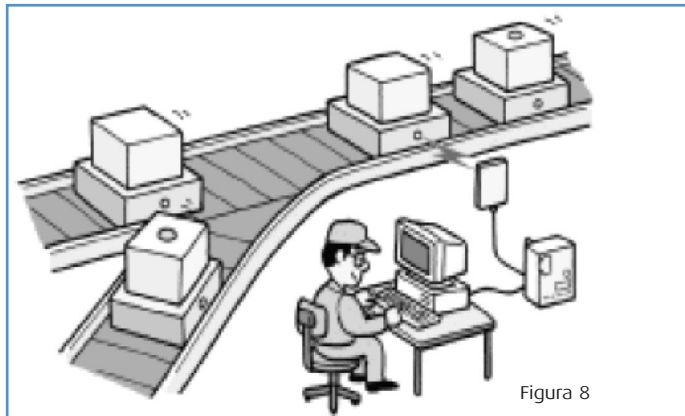
Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

Figura 8

dati direttamente sull'oggetto è importante in caso di emergenze, poiché rende possibile l'elaborazione non in linea (*off-line processing*), riducendo drasticamente il tempo necessario a ripristinare l'applicazione.

Tecnologie e protocolli di trasmissione wireless avanzati per una comunicazione affidabile

I sistemi RFID trasmettono i dati includendo dei caratteri di controllo e di rilevamento errori, che garantiscono la massima qualità ed affidabilità della comunicazione. Il sistema, inoltre, non ha parti meccaniche (presenti invece nei lettori di codici a barre) riducendo così l'eventualità di un malfunzionamento e rendendo applicabili i dispositivi in ambienti a temperature inferiori allo 0.

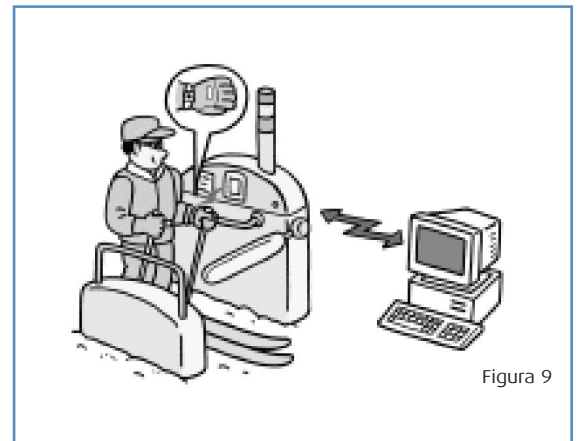


Figura 9

Letture e scrittura anche in caso di posizionamento non preciso e di tag non visibili

I sistemi RFID comunicano per mezzo di segnali elettrici ed elettromagnetici, eliminando così i problemi di non lettura o di lettura errata, dovuti a presenza di sporco o a mancanza di parti del codice a barre. Inoltre l'area di lettura di un'antenna in radiofrequenza è in generale abbastanza ampia e permette di evitare un posizionamento preciso dell'oggetto, riducendo i tempi ed i costi di sviluppo.

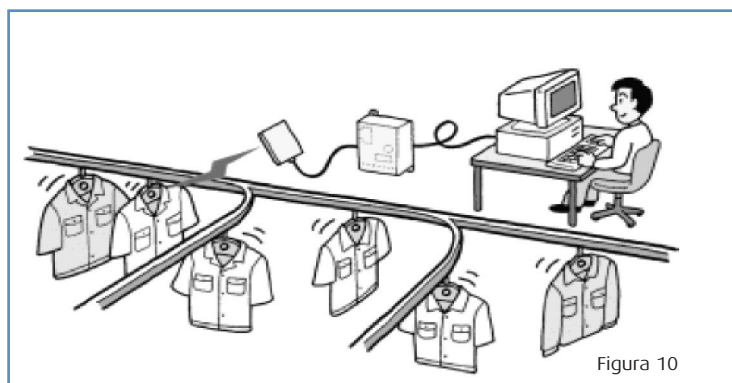


Figura 10

L'utilizzo della tecnologia RFID garantisce quindi grandi vantaggi, se paragonato alla classica soluzione rappresentata dai codici a barre. L'evoluzione dalle etichette cartacee alle "etichette intelligenti" (*smart tag*) permette infatti di migliorare la gestione del ciclo di vita di

PANORAMICA E STATO DELL'ARTE

un prodotto sotto tutti i punti di vista, dalla maggiore velocità di trattamento delle informazioni, alla capacità di lettura di molte "etichette" contemporaneamente, fino alla drastica diminuzione degli errori umani, grazie alla completa automazione dell'intero processo. Nel prossimo futuro si assisterà perciò ad un sempre maggior utilizzo di *tag* in radiofrequenza, che si svilupperà parallelamente al progredire della tecnologia: quanto più sarà possibile comunicare a lunga distanza ed in ogni situazione con piccoli *tag* a basso costo, tanto più velocemente si potrà trovare l'RFID in tutti i prodotti ed oggetti con i quali si ha quotidianamente a che fare.

**Panoramica
e stato
dell'arte**

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

2.1 HARDWARE

Un sistema RFID (*Radio Frequency Identification*) è sempre composto da tre parti: la **memoria** ove risiedono i dati (detta anche *TAG*), l'**antenna** e l'**elettronica** di lettura e scrittura. In alcuni casi antenna e elettronica sono contenuti in unico *case*.

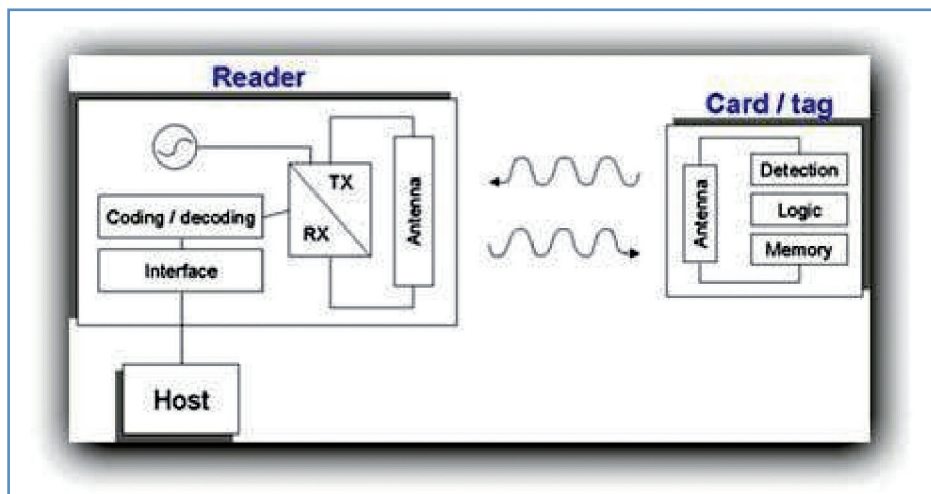


Figura 11

I dati sono in una memoria, accessibile grazie ad un collegamento in radio frequenza, senza che venga richiesto alcun contatto, ad una distanza che può variare da pochi centimetri fino a diversi metri.

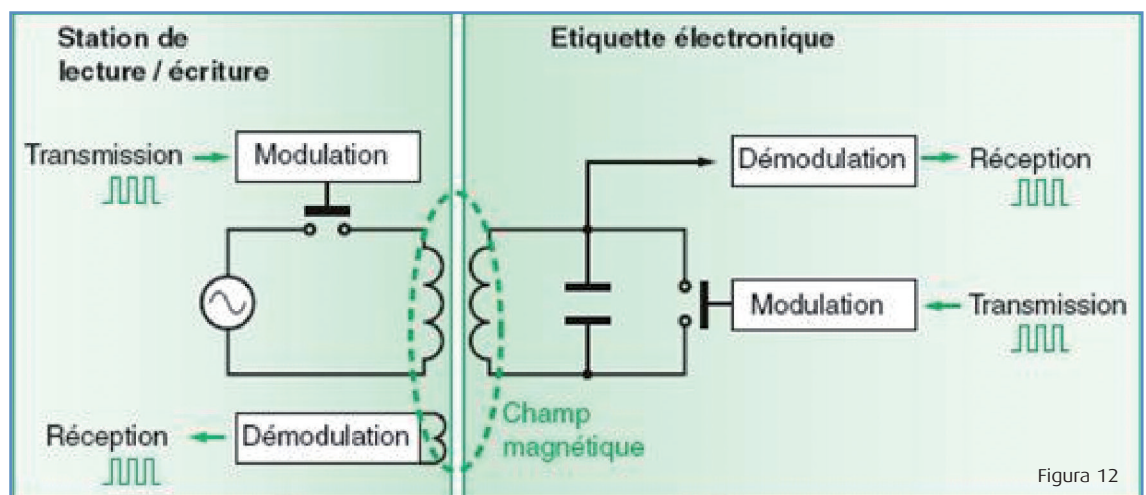


Figura 12

Il lettore modula l'ampiezza del campo irradiato dalla sua antenna per trasmettere i comandi di lettura o scrittura alla memoria. Simultaneamente il campo elettromagnetico generato dall'antenna è in grado di fornire l'energia necessaria per alimentare elettricamente la memoria.

Il *tag* rende disponibili i dati richiesti dall'elettronica, modulando il proprio consumo energetico. La modulazione è rilevata dal circuito del lettore che la converte in segnali digitali.

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Memoria o TAG

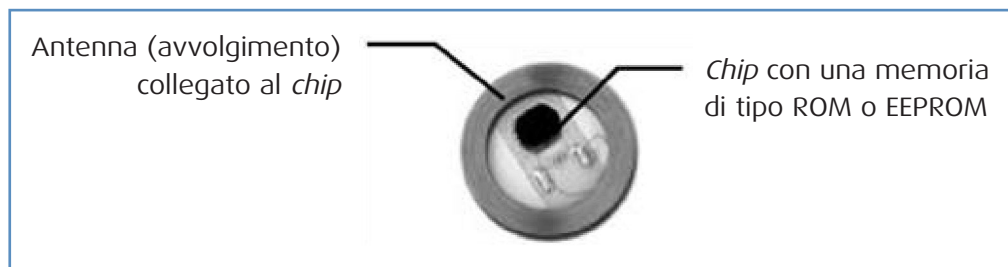


Figura 13

- Antenna: si tratta di un avvolgimento in rame, con o senza cuore in ferrite, inciso su un circuito stampato rigido o flessibile. Il *range* entro il quale la memoria può essere letta/scritta è in funzione delle dimensioni dell'antenna.
- Chip: il suo compito è gestire la comunicazione con il lettore. Il livello di complessità dipende dall'applicazione, può essere utilizzato da un chip a struttura semplice fino ad un microcontrollore.
- Memoria: sono differenti e con diverse caratteristiche le memorie utilizzate per salvare i dati. La loro capacità può essere di pochi bit (generalmente per versioni *read-only*) fino a diversi kilobyte.

Tipo	Vantaggi	Svantaggi
ROM	- Ottima resistenza alle alte temperat. - Costi contenuti	- Solo lettura
EEPROM	- Nessuna batteria necessaria	- Tempo di accesso relativamente lungo - N. di scritture limit. a 100.000 cicli per byte
RAM	- Accesso rapido ai dati - Alta capacità di memoria - Cicli di lettura/scrittura illimitati	- È necessaria una batteria di <i>back-up</i>
FRAM (ferroelectric)	- Accesso rapido ai dati - Nessuna batteria di <i>back-up</i> necess. - Alta capacità di memoria	- Numero di cicli di lettura/scrittura limitato a 10^{12} cicli per byte

Tabella 3

- *Case*: a seconda del tipo di applicazione e di ambiente possiamo avere custodie di forma e materiali differenti:
 - Plastica: per applicazioni su vestiti, lavanderie, ecc.
 - Carta di Credito: controllo accessi
 - Tubi in vetro: identificazione animali
 - Memorie industriali: linee di assemblaggio, macchine utensili, ecc.
 - Supporti adesivi: logistica, identificazione libri, ecc.

Elettronica e antenna

Un sistema di identificazione in radiofrequenza è costituito, nella sua forma più semplice, da un certo numero di *tag*, che tramite un'antenna pilotata da un controllore, comunicano con un dispositivo *master* (per esempio un PC o un PLC).

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

In questa sezione si analizza il sistema RFID dal punto di vista dell'elettronica, cioè dei componenti elettronici che, interagendo fra loro, realizzano la comunicazione dei dati dal *tag* verso il sistema e viceversa. Per una facile integrazione nei sistemi di automazione industriale, la parte elettronica del sistema RFID deve avere a bordo l'interfaccia verso i più comuni *bus* di campo, compresi quelli su base Ethernet. Infatti, spesso l'elettronica dell'RFID viene vista come un nodo all'interno del *bus* di campo standardizzato per quella specifica

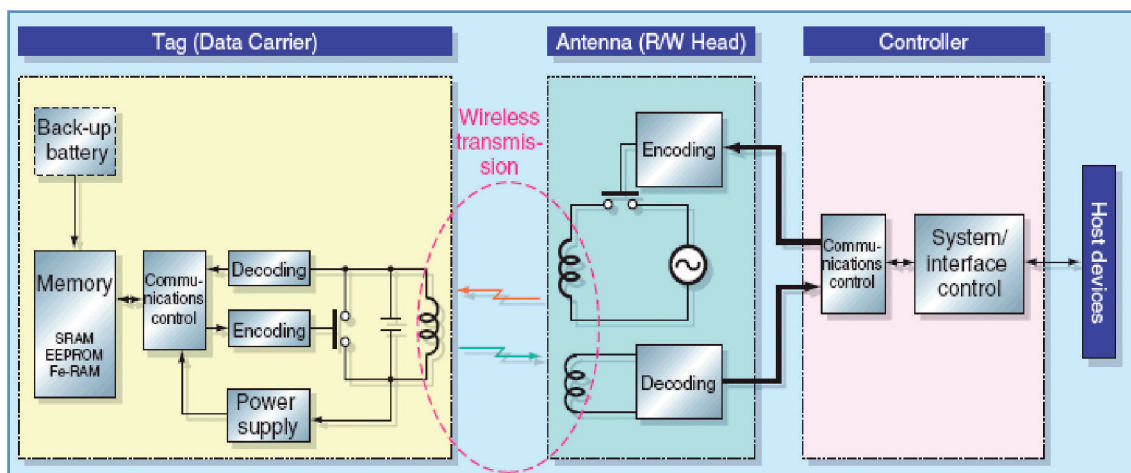


Figura 14 - Schema di un sistema RFID

applicazione industriale. Per ulteriori dettagli si veda il paragrafo 2.3. Per effettuare una comunicazione senza fili (*wireless*) tra *tag* ed antenna, è necessario implementare una struttura che è esemplificata in maniera semplice e schematica nella figura seguente. Iniziando da destra, il primo dispositivo è il PC o PLC (*host device*), che è in realtà un oggetto al di fuori del sistema RFID vero e proprio, ma che comunque ha l'importante ruolo di *master*: invia i comandi di lettura/scrittura al controllore e riceve la risposta al comando inviato.

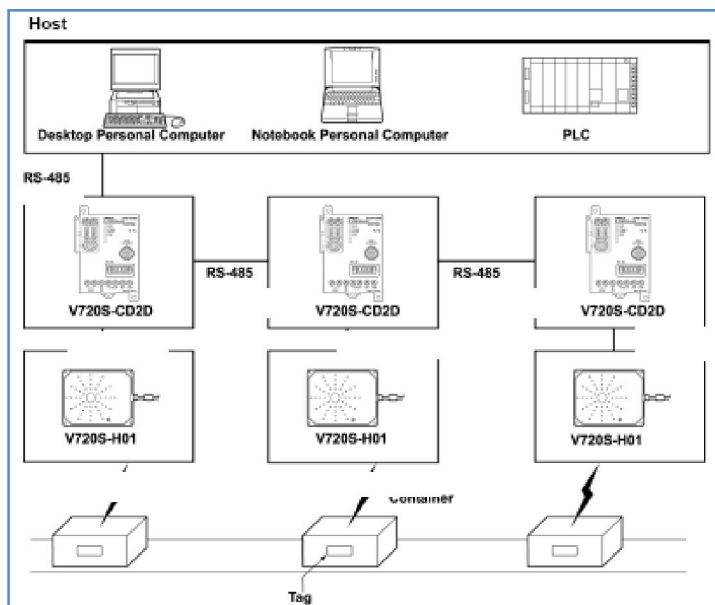


Figura 15 - Connessione 1:N (tra 1 host e N controllori)

Spostandosi verso sinistra, si trova il controllore, responsabile del ricevimento dei comandi inviati dal *master* e della successiva comunicazione con l'antenna. All'interno del controllore, è presente quindi una parte di interfaccia con il mondo esterno al sistema RFID (*system/interface control*) e una parte di gestione del flusso di comunicazione verso l'antenna e dall'antenna verso il controllore (*communication control*). In base alle necessità, è possibile avere controllori con

COMPONENTI DI UN SISTEMA

diverse tipologie di interfaccia, in modo da poter realizzare una semplice connessione 1:1 (*host*-controllore-antenna) oppure una più articolata connessione 1:N (*host*-N controllori-N antenne). In questo modo, una rete complessa costituita da N punti di lettura/scrittura, può essere facilmente ed efficacemente gestita da un solo dispositivo, che colloquia con N controllori. L'antenna, parte centrale del sistema, si può invece molto schematicamente rappresentare tramite due blocchi di codifica (*encoding*) e decodifica (*decoding*), che si occupano rispettivamente di convertire il comando ricevuto dal controllore e di riconvertire il segnale inviato dal *tag* all'antenna. Entrambi i blocchi effettuano la trasmissione e ricezione senza fili delle informazioni per mezzo di circuiti solitamente schematizzati da induttanze. Le tipologie di trasmissione sono sostanzialmente tre: sistema ad accoppiamento elettromagnetico (per corte distanze: figura 16), sistema ad induzione elettromagnetica (per medie distanze: figura 17) e sistema a micro onde (per lunghe distanze: figura 18).

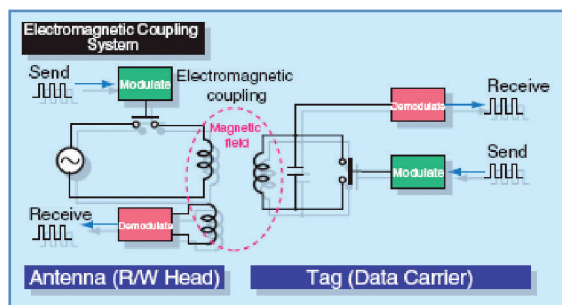


Figura 16 - Accoppiamento elettromagnetico

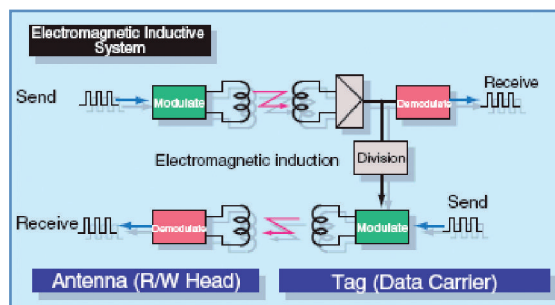


Figura 17 - Induzione elettromagnetica

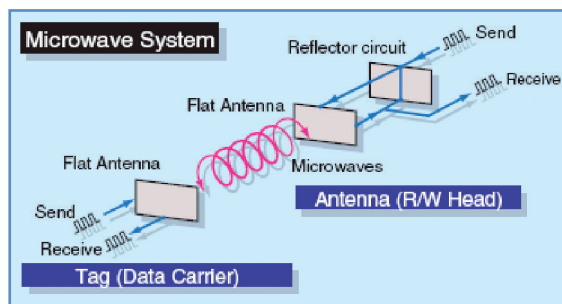


Figura 18 - Micro onde

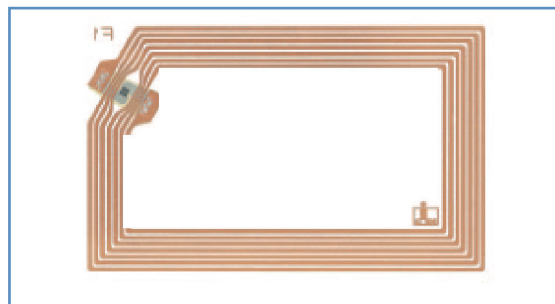


Figura 19 - Esempio di "smart tag" (etichetta intelligente)

L'ultimo elemento del sistema è il *tag*. È costituito innanzitutto da una memoria (di tipo SRAM, EEPROM o Fe-RAM) nella quale vengono immagazzinate le informazioni. Inoltre può essere presente una batteria, che ha il solo compito di mantenere i dati in memoria (*tag* semi-attivi), oppure ha anche lo scopo di aumentare le distanze di comunicazione (*tag* attivi). Infine c'è un blocco di comunicazione e di codifica/decodifica molto simile nel funzionamento a quello presente nell'antenna (infatti anche il *tag* è sostanzialmente una piccola antenna di ricezione e trasmissione miniaturizzata).

Come si è detto, la comunicazione tra memoria e elettronica avviene in modulazione di frequenza. In tabella 4 sono riportate le frequenze di comunicazione standardizzate e utilizzate più comunemente.

Una delle evoluzioni più interessanti dei *tag* RFID UHF è quella di assumere funzioni di monitoraggio oltre che di sola identificazione dell'oggetto al quale sono applicati. Questi *tag*

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

Frequenza	Vantaggi	Svantaggi	Applicazioni Tipiche
125-134kHz (LF)	- Immune alle condizioni ambientali (metallo, liquidi,...)	- Bassa capacità di memoria - Tempo di accesso lungo	- Identificazione animali - <i>Supply chain</i>
13,56 MHz (HF)	- Protocollo di comunicazione antenna/ <i>tag</i> standardizzato (ISO 15693-14443 A/B)	- Sensibilità agli ambienti metallici	- Sistemi di pagamento - Tracciabilità libri - Controllo accessi
850-950 MHz (UHF)	- Memorie estremamente economiche - Campo di lavoro molto esteso (diversi metri)	- <i>Range</i> di frequenza non standardizzato tra i paesi - Possibili interferenze nella comunicazione causate da ostacoli (metallo acqua,...)	- Tracciabilità prodotti nella grande distribuzione
2,45 GHz	- Velocità di trasferimento dati molto elevata - Campo di lavoro molto esteso (diversi metri)	- "Buchi" nella comunicazione difficili da controllare - Costo dei sistemi di lettura	- Tracciabilità veicoli (<i>Telepass</i>)

Tabella 4

sono cioè in grado di trasferire i dati rilevati da sensori ad essi collegati, oltre al riconoscimento ID dell'oggetto.

Il funzionamento passivo rappresenta il vero grande vantaggio di queste tipologie di *tag*, dove i sensori esterni collegati al *tag* sono energizzati dall'antenna collegata al *reader* RFID, e non da batterie interne. Questi *tag* aprono a nuove applicazioni possibili per i sistemi RFID, laddove, oltre all'identificazione dell'oggetto, si possono avere necessità di monitoraggio dello stato di elementi appartenenti all'oggetto stesso.

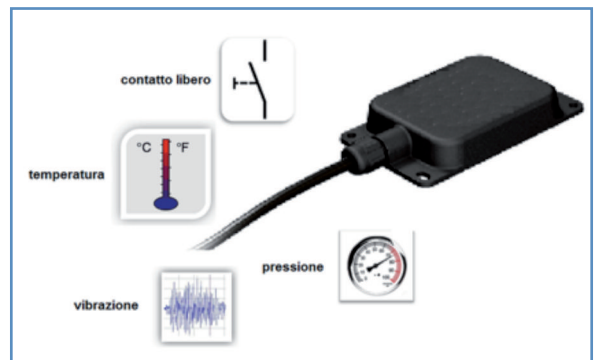


Fig. 20 - Tag UHF sensorizzati

2.2 SOFTWARE

Nel presente paragrafo vengono descritti i *software* RFID al momento predominanti o di prossima ratifica.

La descrizione degli *standard software* RFID è organizzata in sezioni, una per ogni organizzazione:

- EPCglobal Inc.
- ISO SC31 / WG4 / SG1
- IATA *Baggage Handling Group*
- Altri *standard*

COMPONENTI DI UN SISTEMA

EPCglobal Inc.

L'EPCglobal è l'organismo di *standard* RFID con il maggior numero di membri attivi. Ciò principalmente per l'interesse che ha l'industria del CPG (*Consumer Packaged Goods*) verso i benefici del ROI quando si applica l'RFID alla gestione della *Supply Chain* (SCM). Altri settori (ad esempio i trasporti aerei) si riferiscono ad altri organismi di standardizzazione (es. *International Organization for Standardization* - ISO). In ogni caso tutti gli organismi di normazione RFID sono fortemente influenzati dagli standard creati dall'EPCglobal.

E' possibile reperire i documenti di EPCglobal ed ulteriori informazioni su:

www.gs1.org/epc-rfid

In particolare, l'architettura dello standard di EPCglobal è documentata e disponibile su:

<http://www.gs1.org/id-keys-epcrfid-epcis/epc-rfid-architecture-framework/1-6>

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

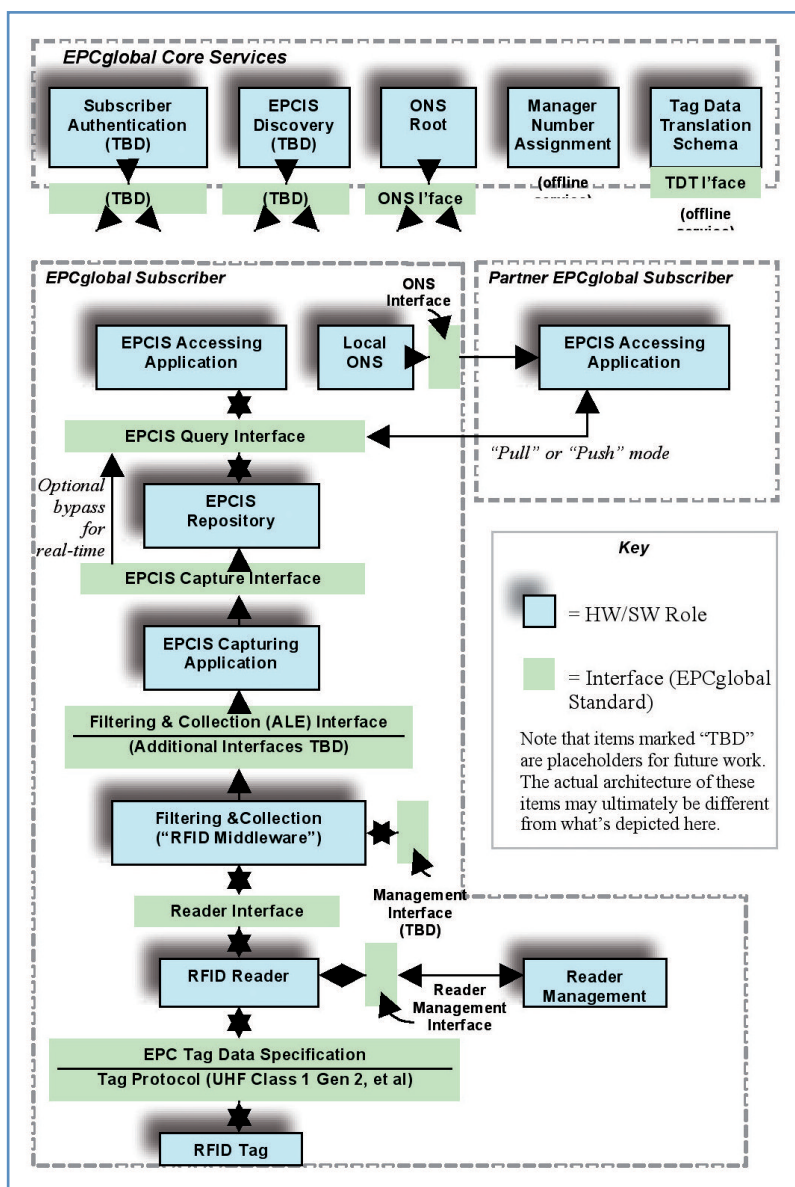


Figura 21 - Struttura dello standard EPCglobal

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

Attività	Standard	Stato	Riferimento
Scambio Oggetti	UHF Class 1 Gen2 <i>tag Air interface</i> v1.1.0	Ratificato	[UHFC1G21.1.0]
	UHF Class 1 Gen2 <i>tag Air interface</i> v1.2.0	Ratificato	[UHFC1G21.2.0]
	UHF Gen2 <i>tag Air interface</i> v2.0.0	Ratificato	[UHFC1V2]
	HF Class 1 <i>tag Air interface</i>	Ratificato	[HFC1]
	EPC <i>Tag data standard</i>	Ratificato	[TDS1.9]
Infrastrutture Acquisizione Dati	<i>Low Level Reader Protocol</i>	Ratificato	[LLRP1.1]
	<i>Reader Management</i>	Ratificato	[RM1.0.1]
	<i>Discovery, Configuration and Initialization (DCI) for reader</i>	Ratificato	[DCI]
	<i>Tag data traslation</i>	Ratificato	[TDT1.6]
	<i>Application Level Events (ALE)</i>	Ratificato	[ALE1.1.1]
	<i>EPICIS Capture Interface</i>	Ratificato	[EPICIS1.1]
	<i>EPICIS Data Standard</i>	Ratificato	[EPICIS1.1]
Condivisione Dati	<i>Core business Vocabulary</i>	Ratificato	[CBV1.1]
	<i>EPICIS Query Interface</i>	Ratificato	[EPICIS1.1]
	<i>Pedigree Standard</i>	Ratificato	[Pedigree1.1]
	<i>EPCglobal Certificate Profile</i>	Ratificato	[CERT2.0]
	ONS	Ratificato	[ONS2.0.1]
	<i>Discovery Service</i>	In lavorazione	(None)

Tabella 5 - Stato attuale degli *standard* EPCglobal

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Di seguito si riporta una descrizione di ogni *standard* EPCglobal.

UHF Gen2

L'UHF Gen2 è uno *standard* riguardante il protocollo RF in aria. Si tratta di un RFID passivo che opera nella banda 860-960MHz. Ha avuto un impatto molto importante nella diffusione della tecnologia RFID, migliorando notevolmente le prestazioni dell'RFID e facendo di fatto diminuire il costo dei *tag*. Gen2V2 ne rappresenta l'ultima versione.

E' stato potenziato per rispondere alle esigenze di una comunità globale di utenti. Per maggiori informazioni:

<http://www.gs1.org/epcrfid/epc-rfid-uhf-air-interface-protocol/2-0-1>

Tag Data Standard (TDS)

In generale un *tag* con il bit 17 impostato a zero, indica che il *tag* è codificato seguendo le specifiche TDS. Se questo bit è impostato a 1, allora il *tag* è codificato secondo gli *standard* ISO 18000-6C, 15961 e 15962.

EPC Memory Bank Bit Offset	Description
00 _h - 0F _h	CRC-16
10 _h - 1F _h	Protocol-control (PC) bits
20 _h - xx _h	EPC (electronic product code) variable length field
10 _h - 14 _h	PC+EPC length (num words [16-bit] - 1)
15 _h - 16 _h	Reserved (must = 0)
17 _h - 1F _h	NSI (numbering system identifier)
17 _h	EPCglobal / ISO Indicator (17 _h = 0 → EPCglobal)
18 _h - 1F _h	Reserved (must = 0)

Tabella 6 - Layout del banco di memoria del *tag* (EPC memory bank)

Alcuni sviluppatori di soluzioni RFID che realizzano sistemi *closed-loop* (ad esempio *tag* che rimangono sotto controllo di una singola azienda) non impiegano lo *standard* TDS, ma uno schema proprietario per codificare i *tag*. Tuttavia nel caso in cui i sistemi condividano *tag* RFID tra diverse società, sarebbe opportuno impiegare *standard* tipo EPCglobal TDS o ISO 15961/15962.

Per un corretto uso del TDS, bisogna assicurarsi che ogni *tag* sia codificato univocamente. I valori dei *tag* devono quindi essere amministrati da un processo di registrazione.

A questo processo è associato un costo. I *tag* GEN2 sono codificati univocamente con il loro EPC (*Electronic product code*) che è formattato come indicato nel diagramma seguente.

Le società che creano dei *tag* GEN2, in accordo con il TDS di EPCglobal, devono registrarsi

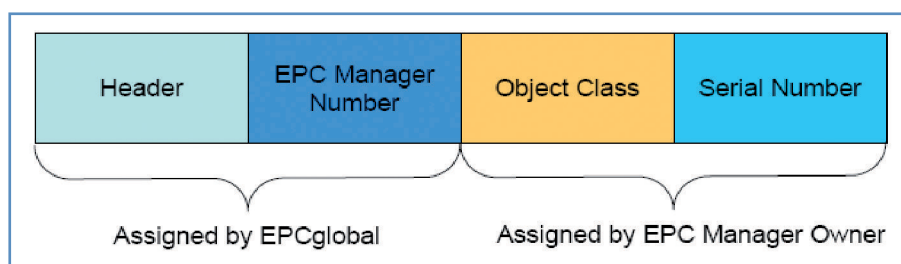


Figura 22

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

a EPCglobal con un *manager number*. Una volta registrata, la società diventa una "entità di *management*", responsabile della classe oggetto e dei *serial number* dei *tag* che crea. A novembre 2014 è stata rilasciata una nuova versione di TDS (v.1.9).

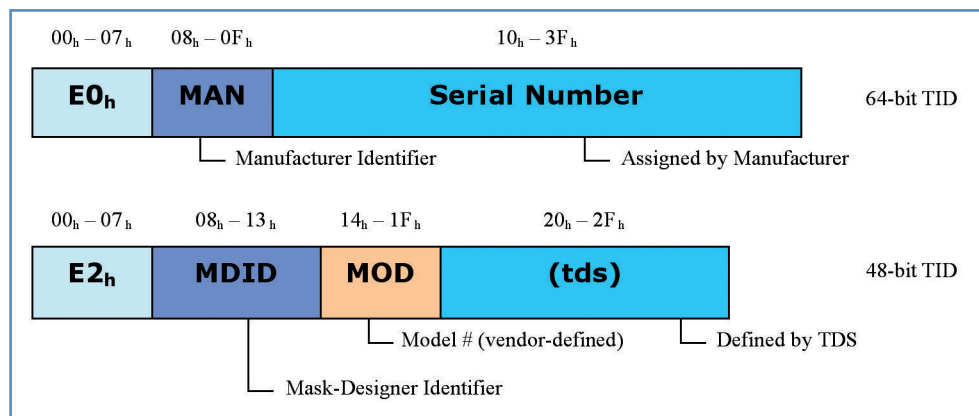


Figura 23 - Esigenze della memoria TID

Reader Management (RM)

La ratifica della specifica RM definisce il potenziale monitoraggio dello stato del lettore RFID. Queste specifiche definiscono il *reader* in termini di un modello di oggetto e di vari contatori associati al modello. Le statistiche del *reader* possono essere riportate sia via XML/http che via SNMP. Il *binding* SNMP è specificato come un SNMP MIB.

Il *working group* RM implementa e aggiorna le MIB SNMP, senza tuttavia prevedere l'implementazione di funzionalità aggiuntive al monitoraggio dello stato del lettore. Per contro, il *working group* *Reader Operations* entra in gioco dove termina il *working group* RM.

Low Level Reader Protocol (LLRP)

LLRP è stato ratificato nel 2007. Nasce dall'esigenza dei *provider* di *Middleware* di ricevere maggiori dettagli sul protocollo in Aria Gen2 (che l'RP e l'ALE non forniscono) per implementare delle soluzioni RFID ottimizzate.

L'LLRP fornisce un controllo dettagliato del protocollo in Aria Gen2 consentendo l'accesso ai parametri di comando di questo ultimo. Ad esempio, con l'interfaccia LLRP il *software* può gestire l'inizio e la fine delle operazioni di lettura in modo molto preciso (<ms se supportato dall'*hardware*).

L'LLRP è fatto per programmatori RFID sofisticati che hanno delle conoscenze approfondite delle specifiche UHF-Gen2. L'LLRP dovrebbe essere impiegato per ottimizzare le *performance* RFID in applicazioni particolari. L'impiego dell'LLRP non è raccomandato ai programmatori che debbano soltanto leggere o scrivere *tag*. Per questo tipo di utilizzo si consigliano interfacce a più alto livello come ad esempio l'ALE.

L'interfaccia LLRP è un protocollo binario che opera principalmente su TCP. Così come l'RP, l'LLRP è principalmente dichiarativo e non imperativo.

Un dispositivo basato sull'interfaccia LLRP può essere configurato per raccogliere dati autonomamente come illustrato in figura 24.

COMPONENTI DI UN SISTEMA

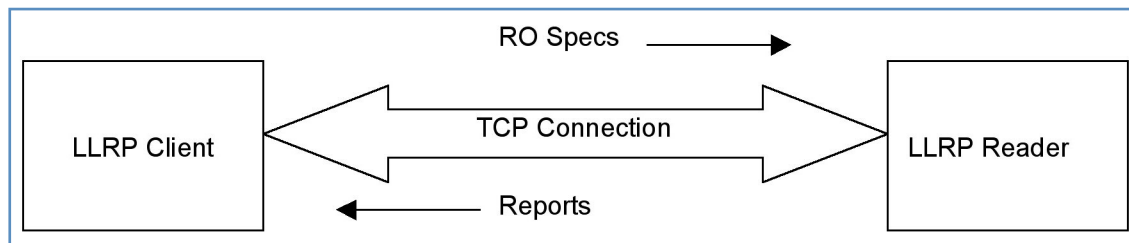


Figura 24

L'LLRP costringe il *reader* ad accettare una singola connessione TCP. Questa connessione è utilizzata per mandare comandi dal *client* al lettore e poi ricevere indietro i *report* generati. L'LLRP può pilotare il lettore per scoprire i valori configurabili dello stesso, come illustrato in figura 24.

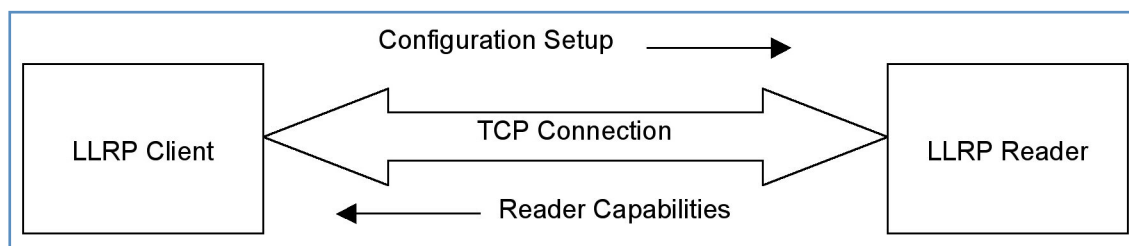


Figura 25

Discovery, Configuration, and Initialization (DCI)

Il *working group* RM ha impiegato circa 3 anni per sviluppare le relative specifiche. Il *working group* RO ha conseguentemente realizzato le bozze delle specifiche DCI, che è poi stato pubblicato come *standard* nel giugno 2009.

Le caratteristiche primarie del *device management* dei lettori prese in considerazione dal DCI sono le seguenti:

- *Discovery*: i *reader* possono scoprire i server DCI e viceversa;
- Autenticazione (mono o bi-direzionale): questa caratteristica può essere opzionale e può non essere impiegata nel caso in cui gli ambienti sono considerati "sicuri" con costrizioni fisiche od ad altri motivi;
- Impostazioni: i *server* DCI possono leggere e scrivere le impostazioni di configurazione dei lettori. Esisterà quindi un set minimo di impostazioni necessarie per consentire al lettore di mettersi in uno stato che gli consenta di eseguire altre operazioni;
- *Firmware up-grade*: i *server* DCI possono aggiornare il *firmware* sui lettori.

Application Level Events (ALE)

L'*Application Level Events* rappresenta osservazioni che sono riportate fuori dal contesto associato ad esse. Queste osservazioni non includono solo eventi RFID ma anche letture *bar-code* e immissione di dati manuali.

Le interfacce ALE sono concepite per abilitare dei meccanismi di *data collection* che operano indipendentemente dai processi RFID.

Un'implementazione ALE è intesa per essere configurata più che programmata.

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

Il meccanismo di *data collection* ALE nasconde i dettagli *hardware* di basso livello. Gestisce il filtraggio dati e l'aggregazione di *input* da più di un dispositivo.

L'ALE è un protocollo ad alto livello.

Un sistema che implementi l'interfaccia ALE viene chiamato *ALE engine*. L'intento è quello che un *ALE engine* riporti solo osservazioni.

L'interfaccia ALE è principalmente dichiarativa e non imperativa (dove per imperativa si intende comando/risposta).

Un'applicazione *software* interagisce con una *ALE engine* mandandole delle specifiche di *data collection* (ad esempio quando leggere, con quale filtro, quando produrre un *report*, ecc.).

L'*ALE engine* che opera in autonomia esegue le sue specifiche di *data collection*. Si può pensare ad un *ALE engine* come ad una *engine* di *data collection*. Si forniscono quindi le specifiche all'*engine* quali dati si vogliono raccogliere e quando. Una volta configurata, l'*engine* raccoglierà in modo autonomo i dati osservati. Qualsiasi *ALE client* può registrarsi ad un *ALE engine* per ricevere automaticamente i *report* sui dati raccolti.

L'ALE impiega il termine *Notification URI* per designare il *path* utilizzato per i *report* dei dati raccolti.

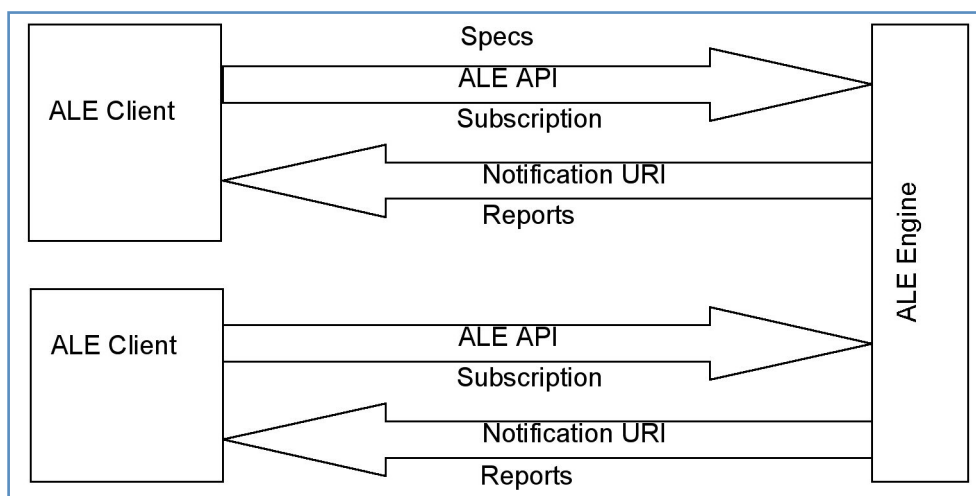


Figura 26 - Interazioni tra *ALE client* e *ALE engine*

L'interfaccia ALE è basata su XML. Una *ALE engine* è configurata utilizzando dei documenti XML chiamati *specs* (ad esempio *ECSpec*, *CCSpec*, ...).

Queste specifiche sono comunicate da un *client* ALE ad un *ALE engine* via un'interfaccia *web service* chiamata *ALE API* (WS-i compatibile). Un'*ALE engine* fornisce il suo *report* come documento XML. Questi *report* possono essere trasmessi via *file*, via *http* o altri meccanismi *vendor-specific*.

In molte applicazioni *RFid* in cui il numero di sistemi di lettura installati per l'identificazione è elevato, oppure nei casi in cui la mole di dati raccolti dai sistemi stessi risulta essere di notevole entità, possono essere di aiuto specifici *software* proprietari, denominati generalmente *Middleware* e che ricadono in ambito ALE.

Tali applicativi *software* vengono installati normalmente su un *server* collegato in rete LAN, e si interpongono tra l'*hardware* *RFid* (lettori o terminali palmari, stampanti industriali,

COMPONENTI DI UN SISTEMA

sistemi Pick To Light) e i *software* gestionali aziendali (MES, ERP, ...).

L'utilizzo di uno strato *software* aggiuntivo, il *Middleware* appunto, può consentire un più elevato livello di servizio per gli utenti, ed un più elevato livello di astrazione per i programmatori. Può inoltre facilitare la manutenzione, la stesura e l'integrazione di applicazioni da parte dei *system integrator*.

EPC Information (EPCIS)

In qualche modo l'EPCIS compete con degli *standard* B2B già esistenti tipo EDI. EPCglobal ha iniziato lo sviluppo dello *standard* EPCIS a causa della percezione di debolezza di tali *standard* B2B.

Per esempio l'EPCIS consente l'utilizzo di *queries* (modello *pull*) e l'EDI è basato su un modello *push*.

EPCIS Phase 2 definisce due interfacce: *Data Capture* e *Repository Query*.

La prima interfaccia produce eventi che correlano le osservazioni di *tag* ed il *business context* (relativamente ai dati che rappresentano vari aspetti dei *business* come *location*, processi o transazioni).

Questi eventi sono registrati permanentemente nell'EPCIS Repository (ad esempio un *database* commerciale configurato per gestire l'EPCIS).

L'interfaccia EPCIS *query* consente di accedere ai dati contenuti nel EPCIS *Repository*. Questa interfaccia consente sia l'accesso dei dati via *intra-company* che quello B2B.

ISO SC 31 / WG 4 / SG 1

L'ISO SC 31 (International Standards Organization, sub-commette 31) / WG4 / SG1 è responsabile di *standard* riguardanti gli aspetti *software*.

L'ISO SC 31 ha prodotto le specifiche 18000-6C che sono equivalenti alle specifiche di protocollo in aria UHF Gen2 dell'EPCglobal. Lo *standard* 18000-6C è per gran parte una versione semplificata delle specifiche EPCglobal.

ISO ha cambiato la terminologia EPCglobal in modo significativo. Ad esempio, il termine EPC (*Electronic Product Code*) è diventato UII (*Unique Item Identifier*).

La tabella seguente definisce il *layout* del banco di memoria chiamato UII. Da notare che esiste al suo interno un campo anch'esso chiamato UII.

UII Memory Bank Bit Offset	Description
00 _h - 0F _h	CRC-16
10 _h - 1F _h	<i>Protocol-control (PC) bits</i>
20 _h - xx _h	UII (<i>electronic product code</i>) <i>variable length field</i>
10 _h - 14 _h	PC+UII length (num words [16-bit] - 1)
15 _h - 16 _h	<i>Reserved (must = 0)</i>
17 _h - 1F _h	NSI (<i>numbering system identifier</i>)
17 _h	EPCglobal / ISO <i>Indicator bit</i> (17 _h = 1 → ISO)
18 _h - 1F _h	AFI (<i>Application Family Identifier</i>)

Tabella 7

I codici AFI sono specificati nell'ANNEX2 dell'ISO 15961. Per applicazioni *closed-loop* si rac-

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

comanda agli utenti di consultare l'ISO 15961-3 (parte 4) che definisce i valori AFI specificatamente a tali applicazioni.

L'ISO SC 31 ha prodotto altre specifiche riguardanti l'interfaccia in aria che includono 18000-3 (13.56 MHz) 18000-6A, e 18000-6B.

Le tecnologie 18000-6A/B sono però considerate sorpassate a causa dei costi e delle performance rispetto all'UHF Gen2.

Nel 2004 l'ISO ha realizzato due *standard* 15961 e 15962 fortemente interdipendenti. Le specifiche sono complicate anche a causa del fatto che riguardano sia i dati dei *tag* che le interfacce del lettore oltre che al *design* di questo ultimo.

L'interfaccia del lettore definita dagli *standard* 15961/15962 ha dei difetti ed è anche incompleta.

Non include specifiche riguardanti il *set-up* del lettore o l'ottimizzazione dei parametri per una particolare applicazione. Inoltre non include una gestione specifica per i *tag* 18000-6C.

L'interfaccia è definita in termini di ASN1/BER (*Abstract Syntax Notation One/ Basic Encoding Rules*) che risulta essere uno schema di codifica datato ed obsoleto.

L'ISO SG 1 ha sviluppato un nuovo *standard*, 24791 (*Information technology - Radio frequency identification (RFID) for item management - Software system infrastructure*), composto da sei parti:

1. *Architecture* (ISO/IEC 24791-1:2010)
2. *Data Management Interface* (ISO/IEC 24791-2:2011) - Interfaccia ad alto livello del lettore RFID
3. *Device Management* (ISO/IEC 24791-3:2014) - Parte relativa al device management che include le parti: *Device discovery*, *Fornitura Software*, *Set-up*, *Monitoraggio*
4. *Application Interface* - Da definire
5. *Device Interface* (ISO/IEC 24791-5:2012) - Interfaccia a basso livello del lettore RFID
6. *Sicurezza* - Interfaccia *Software interface* dei requisiti di sicurezza - Da definire

IATA Baggage Handling Group

Il *working group* della IATA (*International Air Transport Association*) relativo ai bagagli ha approvato l'RP 1740C, che consiste in uno *standard* di pratiche raccomandate per le compagnie aeree che impiegano l'RFID per la tracciatura dei bagagli.

Questo *standard* si riferisce all'ISO 15961/15962 generando così confusione, a causa del fatto che l'ISO 15961/15962 definisce sia l'interfaccia lettore che i dati del *tag*.

Le compagnie aeree hanno iniziato a richiedere la compatibilità con l'RP 1740C.

Nella maggior parte dei casi, l'aspetto dell'interfaccia lettore del 15961/15962 è stata ignorata, e la compatibilità con l'RP 1740C è stata considerata come unica compatibilità richiesta dall'ISO *tag data*.

COMPONENTI DI UN SISTEMA

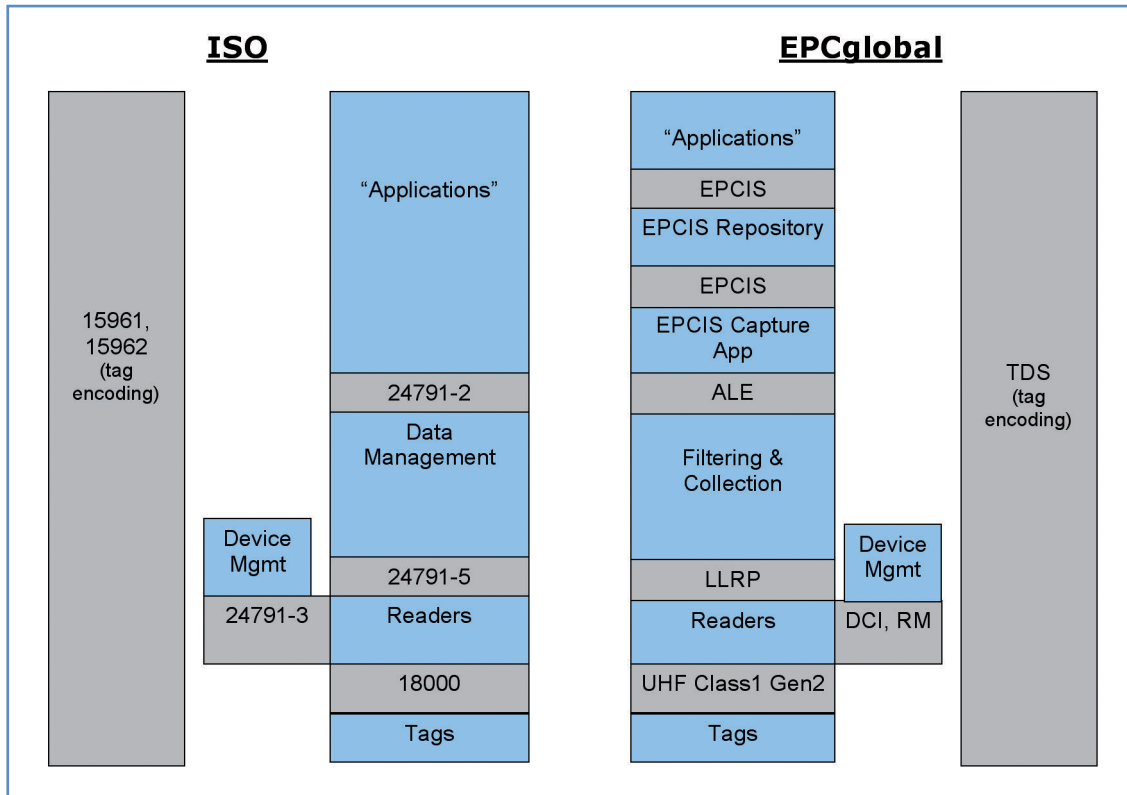


Figura 27 – Differenze tra gli standard ISO e EPCglobal

Altri standard

ANSI

L'ANSI/NCITS T6 256-2001 definisce delle API in linguaggio C con lo scopo di interfacciarsi ai lettori. Maggiori informazioni su: <http://www.ansi.org>

Near Field Communications

Gli NFC (*Near Field Communications standard*) sono applicati sia alle *smart card* che ad altri dispositivi e riguardano il formato dei dati scambiati ed il formato dei *tag* basato sull'ISO14443A/B. Questa tecnologia RfId è di corto raggio (<20cm). Per ulteriori informazioni: www.nfc-forum.org

IETF

L'IETF (*International Engineering Task Force*) è un organismo responsabile per la maggior parte degli *standard* relativi a Internet che sono quotidianamente impiegati (FTP, HTTP, SNMP, ecc.).

Il protocollo standard dell'IETF chiamato MDNS (Multicast DNS - <http://www.multicastdns.org/>) consente il *discovery* dei lettori in reti locali senza l'impiego di DNS.

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
BibliograficheOASIS

L'OASIS ha creato uno *standard* chiamato WSDM (*Web Services Distributed Management*). Per maggiori informazioni:

www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=wsdm

DMTF

Il DMTF (*Distributed Management Task Force*) è il *leader* nei più recenti sviluppi negli *standard* dell'*IT management*. Il DMTF deve ratificare il *Web Services Management (WS-Management)* che provvede un modo comune ai sistemi per accedere e scambiare informazioni di *management* attraverso l'intera infrastruttura IT.

Per ulteriori approfondimenti: <https://www.dmtf.org/>

2.3 BUS DI CAMPO

Le interfacce di comunicazione consentono il dialogo con il PC di gestione (*host*) ed anche con i PLC responsabili dell'automazione. Ormai le comuni connessioni seriali punto punto come TTY, RS232, RS422, ecc. sono state sostituite, anche a livello industriale, da interfacciamenti quali *Wired Lan* (Ethernet Rj45), *Wireless* (Radio modem, WiFi, Bluetooth, ZigBee) e diverse tipologie di bus di campo. Questo paragrafo focalizza l'attenzione sulle interfacce industriali. In particolare, sono di seguito illustrate le caratteristiche dei principali *bus* di campo impiegati.



Il *Controller Area Network*, noto anche come CANbus, è uno *standard* seriale per *bus* di campo (principalmente in ambiente *automotive*), di tipo *multicast*, introdotto negli anni ottanta dalla *Robert Bosch GmbH*, per collegare diverse unità di controllo elettronico (ECU). Il CAN è stato espressamente progettato per funzionare senza problemi anche in ambienti fortemente disturbati dalla presenza di onde elettromagnetiche e può utilizzare come mezzo trasmissivo una linea a differenza di potenziale bilanciata come la RS-485. L'immunità ai disturbi EMC può essere ulteriormente aumentata utilizzando cavi di tipo *twisted pair* (doppino intrecciato).

Sebbene inizialmente applicata in ambito *automotive*, come *bus* per autoveicoli, attualmente è usata in molte applicazioni industriali di tipo *embedded*, dove è richiesto un alto livello di immunità ai disturbi. Il *bit rate* può raggiungere 1 Mbit/s per reti lunghe meno di 40 m. Velocità inferiori consentono di raggiungere distanze maggiori (ad esempio 125 kbit/s per 500 m). Il protocollo di comunicazione del CAN è standardizzato come ISO 11898-1 (2003). Questo *standard* descrive principalmente lo strato (*layer*) di scambio dati (*data link layer*), composto dallo strato sottostante (*sublayer*) "logico" (*Logical Link Control, LLC*) e dallo strato sottostante del *Media Access Control, (MAC)* e da alcuni aspetti dello strato "fisico" (*physical layer*) descritto dal modello ISO/OSI (*ISO/OSI Reference Model*). I protocolli di tutti gli altri *layer* sono lasciati alla libera scelta del progettista della rete.

Il CANopen è un *bus* di livello alto basato sul CAN (*Controller Area Network*) ed è stato svi-

COMPONENTI DI UN SISTEMA

luppato come “*embedded network*” con una elevata capacità e flessibilità di configurazione. In origine il CANopen nasce come *bus* di campo per i sistemi *Motion Control*, oggi è utilizzato in svariati campi quali macchine ed equipaggiamenti medicali, veicoli fuori strada, elettronica marittima, trasporto pubblico, *building automation*, ecc. Dal 1995 le specifiche CANopen vengono guidate dal consorzio internazionale *CAN in Automation* (CIA) composto da utilizzatori e costruttori internazionali. La versione corrente del profilo di comunicazione CANopen è standardizzata come EN-50325-4.

Trasmissione Dati

Il CAN trasmette dati secondo un modello basato su bit “dominanti” e “recessivi”, in cui i bit dominanti sono gli 0 logici ed i bit recessivi sono gli 1 logici. Se un nodo trasmette un bit dominante ed un altro un bit recessivo, allora il bit dominante “vince” fra i due (realizzando una combinazione AND logico). Con questa tecnica, quando viene trasmesso un bit recessivo e contemporaneamente un altro dispositivo trasmette un bit dominante, si ha una collisione, e solo il bit dominante è visibile in rete (tutte le altre collisioni sono invisibili). In pratica avviene che un bit dominante è “asserito” dalla generazione di una tensione fra i conduttori, mentre un bit recessivo è semplicemente ignorato. Si è così sicuri che ogni volta che si impone una differenza di potenziale, tutta la rete la rileva, e quindi “sa” che si tratta di un bit dominante. Solitamente, quando usata in un *bus* differenziale, si applica lo schema CSMA/BA (*Carrier Sense Multiple Access/Bitwise Arbitration*): se due o più dispositivi iniziano a trasmettere contemporaneamente, si applica un meccanismo di arbitrato basato sulla priorità per decidere a quale dispositivo permettere di proseguire la trasmissione.

Durante la trasmissione, ogni nodo in trasmissione controlla lo stato del *bus* e confronta il bit ricevuto con il bit trasmesso. Se un bit dominante è ricevuto mentre un bit recessivo è trasmesso il nodo interrompe la trasmissione (ossia perde l’arbitrato). L’arbitrato è eseguito durante la trasmissione del pacchetto dei dati di identificazione del nodo. I nodi che iniziano contemporaneamente a trasmettere inviano un ID dominante a 0 binario, che inizia con il bit alto. Non appena il loro ID è rappresentato da un numero più grande (quindi a priorità minore) i nodi stessi inviano un bit 1 (recessivo) ed aspettano la risposta di uno 0 (dominante), quindi interrompono la trasmissione. Al termine dell’invio degli ID, tutti i nodi sono tornati allo stato di OFF ed il messaggio con la priorità corrente massima può liberamente transitare.

Frame

Tutti i *frame* (detti anche “messaggi”) iniziano con un bit di *start-of-frame* (SOF). I *frame* del CAN possono essere di quattro tipi:

- *Data frame* - *frame* contenente i dati che il nodo trasmette
- *Remote frame* - *frame* che richiede la trasmissione di un determinato identificatore
- *Error frame* - *frame* trasmesso da un qualsiasi nodo che ha rilevato un errore
- *Overload frame* - *frame* che introduce un ritardo fra *data frame* e/o *remote frame*.

Standard ISO applicabili

- ISO 11898-2: CAN ad alta velocità
- ISO 11898-3: CAN *fault-tolerant* (a bassa velocità)

Panoramica
e stato
dell’arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

- ISO 11992-1: CAN *fault-tolerant* per autoveicoli
- SAE J2411: CAN *single-wire* CAN (SWC)

Lo *standard* ISO 11898-2 utilizza per i segnali una linea bilanciata a due fili. È il *layer* fisico più usato in applicazioni per autotrazione e controlli industriali.

Lo *standard* ISO 11898-4 definisce il tipo di comunicazione del CAN detto *time-triggered* (TTCAN), basato su un protocollo di *layer* fornito di un orologio di sistema per schedulare l'inoltro dei messaggi.



I sistemi di automazione industriale richiedono un'ampia quantità di dispositivi di controllo. Il numero di attuatori e sensori installati in un sistema tipico è via via aumentato con il passare degli anni. Gli attuali metodi di cablaggio comprendono connessioni "punto a punto" o sistemi di *bus*. Il cablaggio "punto a punto" determina elevati ammassi di cavi, mentre i sistemi a *bus* possono rivelarsi troppo complessi per la messa in rete di semplici dispositivi binari.

L'*Actuator Sensor Interface* (AS-i) rappresenta una soluzione completa per la rete, nel settore delle applicazioni industriali di controllo: collega in rete dispositivi binari mediante un cavo piatto a due conduttori, che trasferisce contemporaneamente i dati e l'alimentazione. Il suo cablaggio di tipo *plug and play* supporta tutte le topologie.

La tecnologia a perforazione dell'isolante assicura una connessione rapida a tutti i dispositivi. Il cavo è perforato per la realizzazione della connessione elettrica e presenta una profilatura meccanica per assicurare una disposizione di polarità appropriata.

Specifiche tecniche

- 62 nodi per *master*
- Al massimo 4 ingressi e 4 uscite per nodo
- Lunghezza di rete: 100 m (fino a 600 m con ripetitori e terminazioni di linea)
- Tempo di scansione inferiore a 5 ms su un sistema a pieno carico (31 nodi)
- Alimentazione e segnale su un unico cavo a due conduttori *standard*

L'AS-i può essere connessa alla piattaforma di controlli esistente in due modi diversi:

- Metodo 1: Connessione a *master backplane*

Si tratta del metodo più semplice per applicare l'AS-i ad un PLC. I *master* a carta sono concepiti per essere alloggiati in uno *slot* sul *rack* del PLC. Le entrate e le uscite vengono mappate direttamente alle tavole di I/O nel PLC, e programmate tramite il *software standard* del PLC.

- Metodo 2: Connessione a passerella

Un utente può disporre di un sistema di *bus* superiore già installato nel suo impianto. Questi sistemi di *bus* sono però progettati per attrezzature complesse di controllo, quali trasmissioni, *scanner* di codici a barre, etc. Queste reti non sono ottimizzate per semplici dispositivi binari, quali i sensori. È per questo motivo che un modo facile di applicazione di una rete AS-i è rappresentato da una connessione a passerella (*gateway*). La passerella diviene un nodo sul *bus* di livello superiore e consente la connessione di sensori ed attuatori ad un livello di prezzo competitivo.

COMPONENTI DI UN SISTEMA



Profibus è un potente sistema di *bus* per la comunicazione di processo e di campo in reti di cella con pochi nodi/*partner* e con apparecchiature da campo nonché per la comunicazione di dati secondo IEC 61158/EN 50170. Apparecchiature di automazione come PLC, PC, dispositivi per servizio e supervisione, sensori o attuatori, possono comunicare tramite questa connessione in modo uniforme. E' pertanto possibile impiegare un'ampia gamma di prodotti Profibus di differenti produttori per risolvere compiti di automazione, facendoli coesistere e funzionare insieme attraverso una rete comune. Profibus offre quindi l'apertura totale per il collegamento di diversi componenti.

Caratteristiche speciali

- Profibus è un sistema di *bus* efficiente, aperto e robusto che garantisce una comunicazione senza problemi
- Il sistema è completamente normalizzato, consentendo così un facile collegamento di componenti di diversi produttori conformi alla norma
- Progettazione, messa in servizio e ricerca guasti possono essere eseguite da qualsiasi luogo. I rapporti di comunicazione liberamente definibili risultano così assai flessibili, semplici da implementare e facili da modificare
- Sicurezza dell'investimento garantita da uno sviluppo nel segno della continua compatibilità
- Componenti di rete per l'impiego in ambiente industriale gravoso
- Cablaggio veloce e rapida messa in servizio
- Sorveglianza continua dei componenti di rete con un concetto di segnalazione semplice ed efficace
- Elevata protezione dell'investimento, poiché gli impianti esistenti possono essere ampliati senza ripercussioni sull'esistente
- Elevata disponibilità grazie alla ridondanza d'anello con i componenti di rete attivi
- Comunicazione orientata alla sicurezza con PROFIsafe
- Grande sicurezza d'esercizio e disponibilità degli impianti grazie a diverse possibilità diagnostiche

La rete elettrica impiega un cavo schermato a due fili intrecciati. L'interfaccia RS 485 funziona con differenze di tensione ed è pertanto più insensibile alle influenze di disturbo rispetto ad un'interfaccia in tensione o in corrente.

Con Profibus i nodi/*partner* vengono collegati al *bus* tramite un *bus-terminal* o un connettore di *bus* (max. 32 nodi/*partner* per segmento, max. 4 segmenti fino ad un max. di 128 nodi/*partner*). La massima lunghezza di segmento dipende dalla velocità di trasmissione. La rete elettrica può essere configurata in struttura a *bus* o ad albero. I singoli segmenti vengono collegati tramite *repeater*. La velocità di trasmissione è impostabile a gradini da 9,6 kbit/s fino a 12 Mbit/s secondo IEC 61158/EN 50170.

Per applicazioni nell'area a sicurezza intrinseca con Profibus PA viene impiegata la tecnica di trasmissione secondo IEC 61158-2. La velocità di trasmissione in questo caso è di 31,25kbit/s.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
BibliograficheCaratteristiche della rete elettrica

- Metodo di trasmissione secondo IEC 61158/EN 50170 per l'automazione universale (Profibus FMS e Profibus DP) e secondo IEC 61158-2 per l'area a sicurezza intrinseca (Profibus PA)
- Cavo di *bus* ad alta qualità
- Metodo di trasmissione: RS 485 (secondo EIA)
- Struttura di *bus* con *bus-terminal* e connettore di *bus* per il collegamento dei nodi/partner Profibus
- Rete insensibile ai disturbi grazie ai cavi con doppio schermo nonché al concetto di montaggio e messa a terra semplice ed omogeneo
- Montaggio ad innesto semplice e rapido con *FastConnect*
- La conversione della tecnica trasmissiva DP da RS 485 (codifica dei bit mediante segnali di differenza di tensione) a 61158-2 (codifica dei bit mediante segnali di corrente) avviene tramite i componenti di rete (DP/PA-Coupler o DP/PA-Link)
- Molteplici possibilità d'impiego grazie a cavi di *bus* speciali

Sono inoltre possibili strutture miste di rete elettrica e ottica.

Il passaggio dall'uno all'altro mezzo trasmissivo si realizza con moduli OLM (*Optical Link Module*). Riguardo alla comunicazione tra i nodi/partner del *bus* non c'è alcuna differenza tra la tecnica elettrica a due fili e quella ottica FO. Alla rete Profibus possono essere collegati fino a max. 126 nodi/partner (da 1 a 126, lo 0 corrisponde al Master ed il 127 serve per il *Broadcast*).

Caratteristiche della rete ottica

- La linea di trasmissione è insensibile ai disturbi elettromagnetici
- Adatta a grandi distanze
- Separazione galvanica
- È possibile impiegare a scelta cavi FO di plastica o vetro PCF
- Non genera disturbi, non c'è alcuna emissione di segnale lungo il cavo
- Posa semplice, poiché il cavo è leggero, sono fornibili cavi preconfezionati e non esistono problemi di messa a terra
- Per l'impiego all'esterno non è necessaria alcuna protezione antifulmine addizionale
- Esecuzione robusta dei cavi FO per applicazioni industriali all'interno e all'esterno
- Il cavo FO realizza una separazione di potenziale tra le unità



È un sistema di *bus standard* che consente di realizzare soluzioni distribuite di controllo tramite la connessione diretta dei dispositivi di campo, anche di più basso livello (sensori di prossimità, fotocellule, partenze motore, valvole ecc.), sul

Network eliminando la necessità degli onerosi cablaggi richiesti dai sistemi di automazione centralizzati tradizionali.

Definito nella normativa europea EN 50325 (*Industrial Electrotechnical Standards 11898 - CAN for controller-device*) ratificata dal CENELEC a fine '99 e successivamente riconosciuto come standard internazionale all'interno del documento IEC 62026, questo *Network* a mul-

COMPONENTI DI UN SISTEMA

ticonnesione (fino a 64 nodi), basato sulla tecnologia CAN - *Controller Area Network*, permette ai dispositivi di interfacciarsi su di un unico cavo con distanze fino a 500m.

Lo schema arbitrato della trasmissione dei messaggi CAN (CSMA/NBA - *Carrier Sense Multiple Access/Non-destructive Bitwise Arbitration*) rappresenta, il *Data Link Layer* di riferimento per numerosi protocolli di più alto livello (*Application Layer*) fra cui il CIP - *Controllo and Information Protocol* di DeviceNet.

La disponibilità di un protocollo consolidato, unitamente al basso costo dei chip CAN, consentono a DeviceNet di rappresentare una delle soluzioni più promettenti per la realizzazione di architetture di automazione distribuita.

Il protocollo CIP si basa sulla tecnologia Produttore/Consumatore ed identifica un insieme di servizi (*Services*) ed una libreria di oggetti (*Object Model*) che permettono di realizzare funzioni di controllo, configurazione e raccolta dati sullo stesso *Network*.

L'*Application Layer* di DeviceNet rende disponibili, sul medesimo collegamento fisico, le seguenti funzioni di *Network*:

- Scambio di semplici informazioni I/O (*Implicit Messaging*) e di informazioni più complesse (*Explicit Messaging*);
- Modalità: *Point to Point*, *Multicast* e *Broadcast*;
- Relazioni: *Master/Slave*, *Multimaster* e *Peer to Peer*.

DeviceNet offre tempi di avviamento e manutenzione ridotti grazie alle numerose segnalazioni di diagnostica che consentono una rapida e facile individuazione dei problemi, nonché alle funzioni *plug and play*, *Auto Device Replacement - ADR* ed *Auto Baud Rate*.

Disponibilità prodotti

L'elenco completo dei prodotti disponibili su DeviceNet è riportato sul sito Web di ODVA (<http://www.odva.org>). I prodotti sono raggruppati per categorie definite "*Device Type*" che identificano il *Device Profile* di riferimento e includono le seguenti categorie di riferimento: *Actuators*; *Bar code*, *RFID*; *Communication*; *Controllers*; *Developer's tool*; *Displays/Operators Interface*; *I/O*; *Motion Control*; *Motor control*; *Network Configuration Tools and Diagnostics*; *Physical Layer Components*; *Safety Discrete I/O*; *Sensors*; *Vision Sensors*; *Weigh Scale*.



Profinet è lo *standard* industriale Ethernet (IEC 61158) aperto per l'automazione industriale. Con Profinet è possibile interconnettere in rete apparecchiature dal livello di campo fino al livello di gestione aziendale, questo *bus* comporta una comunicazione omogenea ed in *real-time*, consente un *engineering* esteso all'intero impianto ed utilizza gli *standard* IT dal livello *Enterprise* fino al campo. Sistemi di *bus* esistenti, come ad esempio Profibus o AS-i possono essere semplicemente integrati senza necessità di modificare le apparecchiature in campo esistenti.

La trasmissione dati non critica dal punto di vista temporale utilizza TCP/IP e UDP/IP come base della comunicazione ad esempio per la parametrizzazione e la configurazione. TCP/IP è uno *standard* ormai consolidato nel mondo IT. Come parte integrante della norma IEC

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

61158, Profinet si basa sullo *standard* internazionale Ethernet (IEEE 802.3), su *Fast Ethernet* (100Mbit/s) e sulla tecnologia *Switching*. Profinet si contraddistingue in modo particolare per le seguenti caratteristiche: utilizzo contemporaneo di comunicazione *Real-Time* e di comunicazione basata su TCP su un unico cavo, comunicazione *Real-Time* scalabile per i controllori, periferia decentrata e *Motion Control*.

Profinet oltre ad assicurare tempi di reazione estremamente brevi ed omogeneità dal livello di campo fino al livello di gestione aziendale consente connessioni *wireless* tramite *Industrial WLAN*.

Profinet copre l'intera gamma delle applicazioni di automazione offrendo per questo tre tipi di comunicazione di base:

- Non-*Real-Time* come la comunicazione TCP/IP e UDP/IP
- *Real-Time* (RT)
- *Isochronous Real-Time* (IRT)

Real-Time (RT)

Real-Time si utilizza per dati di processo critici dal punto di vista temporale, in altri termini per i dati utili ciclici o per gli *interrupt* comandati da evento. Per le esigenze *Real-Time* nell'automazione Profinet utilizza un canale di comunicazione ottimizzato a tale scopo. Questo minimizza i tempi di ciclo ed assicura un incremento prestazionale nell'aggiornamento dei dati di processo. La *performance* supera quella dei normali bus di campo e consente tempi di reazione dell'ordine di microsecondi. Contemporaneamente, nell'apparecchiatura si riduce sensibilmente la potenza di processore necessaria per la comunicazione. Con questa soluzione è possibile l'utilizzo di componenti standard di rete. Gli *switch* di Profinet consentono inoltre una trasmissione ottimizzata dei dati. I pacchetti dati sono prioritizzati in accordo con IEE 802.1Q. Tramite questa priorità i componenti di rete gestiscono il flusso di dati tra le apparecchiature. Per i dati *Real-Time* viene stabilita come priorità *standard* la Priorità 6, il secondo livello più elevato. Questo assicura un trattamento prioritario rispetto ad altre applicazioni alle quali è assegnato un livello di priorità inferiore. RT è la comunicazione in tempo reale per applicazioni *standard* per il collegamento di apparecchiature da campo, come periferia decentrata e azioni menti, o per la realizzazione di strutture di automazione distribuite con Profinet CBA.

Isochronous Real-Time (IRT)

Per applicazioni particolarmente complesse è disponibile la comunicazione *Isochronous Real-Time* (IRT) supportata dall'*hardware* – ad esempio per applicazioni di *Motion Control* e applicazioni altamente performanti nella *Factory Automation*. Con IRT viene raggiunto un tempo di ciclo fino a 250 μ s con uno *jitter* inferiore a 1 μ s. A questo scopo il ciclo di comunicazione viene ripartito mediante riserva della larghezza di banda in una parte deterministica e in una parte aperta ed assegnato agli altri nodi/*partner* nella rete mediante un *master* di sincronizzazione. Le due trasmissioni dati coesistono in parallelo, senza disturbarci a vicenda. E' così possibile, ad esempio, accedere con un *notebook* a dati di apparecchiature da qualsiasi punto dell'impianto, senza ripercussioni sulla regolazione con sincronismo di clock o sulla comunicazione produttiva.

IRT è un "*must*" per le applicazioni di *Motion Control*; la comunicazione isocrona sul *bus* viene elaborata con sincronismo di *clock* nei controllori e nei *device*.

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Per i controllori programmabili o l'automazione in genere impegnati nel controllo del processo la funzionalità IRT consente:

- l'utilizzo di una rete per dati di processo e dati Ethernet *standard* con grande traffico di dati (ad esempio *Voice over IP*) senza che i dati di processo ne risultino influenzati;
- strutture di macchine/impianti con l'interconnessione in linea di molti nodi/*partner* e un breve tempo di aggiornamento.

Questa elaborazione affidabile di processi veloci si basa sul fatto che le apparecchiature con capacità IRT garantiscono tempi esecutivi abbreviati (anche fino al 30%) a tutti quei sistemi che supportano la comunicazione isocrona sul *bus*.

INDUSTRIAL ETHERNET

Ethernet nacque nei primi anni '70 con la messa in opera delle cosiddette LAN (*Local Area Network*), ad opera della *Xerox's Palo Alto Research Center* (PARC), per sviluppare e velocizzare in un sistema comune la comunicazione da ufficio.

Il settore di applicazione principale, in cui Ethernet è stata, ed è tuttora, *leader* è lo scambio di informazioni tra *computer* dal livello superiore fino ai livelli più alti della piramide CIN. Ethernet non aveva abbastanza servizi per tutte le applicazioni del mondo ufficio, per cui sono stati sviluppati ulteriori livelli (oltre ai primi due propri di Ethernet) atti a fornire questi servizi; tra cui il *Trasmission Control Protocol / Internet Protocol* (TCP/IP). Questi livelli sono stati definiti da specifiche, chiamate *Request For Comments* (RFC), verso la metà degli anni '80. Gli elementi che hanno portato ad avere Ethernet TCP/IP come *standard de facto*, anche nella comunicazione industriale, sono, a parte il collegamento più diretto verso Internet, un'omogeneità di tipologia di collegamenti (sia *hardware* che *software*) e la possibilità di utilizzare diversi mezzi trasmissivi attraverso tutti i livelli della piramide e per tutta l'azienda. Le caratteristiche del protocollo sono basate sulla IEEE 802.3 che stabilisce la sincronizzazione, la codifica, la trasmissione dei bit, il controllo di flusso, la sequenza e la formazione dei *frame*.

La rete ha una struttura di tipo "misto" data la possibilità di utilizzare diverse apparecchiature per prolungare, ramificare ed espandere le connessioni. Nella fattispecie si possono utilizzare degli *switch* collegati a *bus* o in cascata per creare delle conformazioni a stella locali che permettono una connessione simile al *peer-to-peer* riducendo le problematiche di determinismo.

La gestione dell'accesso al bus è di tipo *Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect* (CSMA/CD).

Protocolli

Modello ISO/OSI 7498:

Layer 1 – *Physical* (IEEE 802.2 *Logic layer Control*)

Layer 2 – *Data Link* (IEEE 802.3 CSMA/CD)

Layer 3 – *Network* (IP)

Layer 4 – *Transport* (TCP/UDP)

Layer 5 – *Session*

Layer 6 – *Presentation*

Layer 7 – *Application*

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

2

COMPONENTI DI UN SISTEMA

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
BibliograficheRealizzazione di sistemi aperti

La rete Ethernet è interoperabile solo a livello ufficio utilizzando, cioè, le messaggerie condivise dalle applicazioni rivolte al business ed alla comunicazione di dati Internet.

Per quanto riguarda l'interoperabilità e l'apertura verso le altre reti è necessario utilizzare altri dispositivi che possano effettuare l'unione tra i vari livelli applicazione (sviluppati dalle varie case costruttrici di *hardware*) o tra il mondo Ethernet e altri *bus* (ad esempio Profibus).

Applicom international (membro dei consorzi IAONA Europe e Industrial Ethernet USA) ha progettato una scheda in grado di gestire la comunicazione completamente *embedded* su di se e grazie al suo processore riesce a gestire tutti i settimi livelli su TCP/IP più usati nella comunicazione industriale simultaneamente potendo creare, quindi, un passaggio di dati fra due dispositivi di costruttori diversi.

Inoltre, la scheda ha la possibilità di essere configurata con una porta seriale che può gestire *bus* di campo, realizzando l'apertura del mondo Ethernet verso altre filosofie di *bus*.

Con alcuni livelli applicativi è anche possibile inviare informazioni per la configurazione, la parametrizzazione e la diagnostica dei dispositivi in rete ed alcuni costruttori hanno dotato i loro *software* di programmazione della possibilità di utilizzare Ethernet TCP/IP come collegamento. Da parte sua la *Applicom* ha dotato la sua scheda della possibilità di essere utilizzata a questo scopo.

SCENARI APPLICATIVI

La panoramica degli scenari applicativi è sicuramente uno stimolo per la fantasia dei produttori e degli utenti, soprattutto negli ultimi anni, dopo l'avvento di *standard* internazionalmente riconosciuti si è assistito alla diffusione dell'RFID in settori fino a qualche anno fa impensabili, come la sanità o i trasporti. In precedenza l'unico settore che aveva pienamente apprezzato questo sistema di identificazione era il manifatturiero, qui le prime massicce applicazioni risalgono, almeno in Italia ai primi anni ottanta.

3.1 APPLICAZIONI INDUSTRIALI

La necessità di realizzare macchine e linee di assemblaggio automatiche, articolate e flessibili, con elevati volumi produttivi, lotti sempre più piccoli ed un altrettanto elevato standard qualitativo, ha obbligatoriamente indirizzato i costruttori di tecnologie automatizzate specializzate nella movimentazione, *handling*, lavorazione o montaggio, verso l'utilizzo di sistemi di identificazione a radio frequenza. La peculiarità di questa tecnologia rispetto alle precedenti consiste nel fatto che i dati importanti seguono, senza deteriorarsi, un prodotto o un oggetto dall'inizio alla fine del processo produttivo, queste informazioni, sotto forma di una memoria dati mobile, possono essere liberamente lette o scritte e quindi aggiornate lungo tutto il percorso automatizzato. Tutti i dati relativi alla produzione, alla qualità, da pochi byte fino a parecchie decine di kbyte, sono sempre disponibili immediatamente proprio dove servono: sul supporto del prodotto o sul prodotto stesso.

Gli evidenti vantaggi offerti rispetto ad altre modalità di identificazione, quali codificatori meccanici o codici a barre, hanno determinato il successo di questi sistemi:

- identificazioni completamente automatiche, rapide e sicure al 100%;
- resistono alle variazioni di temperatura e funzionano anche se imbrattate con olio, polvere o acqua;
- possono essere riutilizzate in qualsiasi momento;
- tutti i dati relativi alla produzione accessibili in tempo reale e sul prodotto stesso;
- possiedono una durata pressoché illimitata e nella versione FRAM sono esenti da manutenzione.

Lo scambio dei dati tra *tag* e *reader* avviene in modo completamente automatico e soprattutto, senza "contatto visivo", via RF (radio frequenza). Questo modo di trasferire dati non teme la presenza di sporco o l'interposizione di materiali non metallici.

Considerevoli vantaggi si ottengono nelle linee di assemblaggio o macchine automatiche dove la presenza simultanea di numerosi *pallet*/prodotti comporta la necessità di operare contemporaneamente su diversi fronti, pertanto diviene fondamentale avere disponibili e decentrate sul porta pezzo tutte le informazioni necessarie, siano esse dati di lavorazione, di *test*, di qualità o altro. Così facendo si riduce il traffico sulle reti di comunicazione e nel contempo, il *software* applicativo risulta più snello e veloce, con notevoli evidenti vantaggi per chi lo sviluppa. Oggigiorno chiunque lavori con i sistemi di identificazione pone esigenze diverse ed individuali.

Qualcuno necessita di *tag* compatti e con pochi byte di memoria, altri di versioni robuste che resistano a *shock* termici e meccanici. Nell'industria automobilistica, specialmente nelle linee di verniciatura, le memorie devono essere soprattutto resistenti al calore, mentre nell'assemblaggio finale una componente indispensabile è la capacità di avere un ampio campo di lavoro (*long range*). In ambito industriale qualunque sia l'esigenza di identificazione e l'ambiente applicativo, i sistemi di identificazione industriali offrono una solu-

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

zione in sintonia con l'automazione da realizzare. Grazie all'avvento della tecnologia informatica, l'automazione della produzione ha fatto un enorme balzo in avanti in termini di prestazioni. Il *software* è diventato una delle componenti essenziali delle funzionalità di macchine e impianti. Dietro al concetto di "Industry 4.0" si cela la quarta rivoluzione industriale, determinata sostanzialmente dal progresso della tecnologia informatica e di comunicazione. Ci sarà sempre più la necessità di raccogliere una mole crescente di dati anche a basso livello produttivo, identificando gli oggetti in produzione e monitorandone il loro stato attraverso della sensoristica specifica (temperatura, vibrazione, umidità, ecc.). In questo contesto evolutivo, la tecnologia RFID può intervenire già oggi con soluzioni di *transponder* studiati e adatti ad essere applicati su materiali di diversa natura (metallici e non conduttivi), resistenti a condizioni estreme in termini di grado di protezione IP, di *range* di temperatura, di vibrazione, di resistenza ad agenti chimici o processi aggressivi. La stessa elettronica RFID di propagazione del campo elettromagnetico e di raccolta dati (Antenne e *Reader*) viene progettata per installazioni in campo e adatta agli ambienti industriali più ostili. I dati raccolti possono essere facilmente trasferiti direttamente sia a PLC collegati alla rete di automazione sia a sistemi SCADA superiori collegati alla rete aziendale.

3.2 APPLICAZIONI NON INDUSTRIALI

Nel paragrafo introduttivo si è già fatto cenno ai settori sanità e trasporti. A questi si possono aggiungere la pubblica amministrazione e la logistica. All'interno di tali settori gli ambiti applicativi sono molteplici: nella sanità vi sono esperienze nell'identificazione delle sacche di sangue o anche dei pazienti, nei trasporti un caso applicativo emblematico si trova a Milano dove l'azienda municipalizzata di trasporti pubblici utilizza per la bigliettazione anche la tecnologia RFID. In ambito trasporti la tecnologia RFID trova casi applicativi anche nel posizionamento di treni e metropolitane in banchina, nell'identificazione dei mezzi lungo il tragitto, nell'identificazione di singoli componenti a bordo mezzo (ruote, assali, ecc) al fine di una loro manutenzione predittiva e preventiva, nella gestione dei rifiuti su automezzi predisposti per l'identificazione del singolo sacchetto caricato o del cassonetto scaricato. Nel mercato delle Librerie e delle Biblioteche, nel settore dell'Amministrazione Pubblica, nel mondo Forense, la tecnologia RFID consente una movimentazione di libri, di pratiche, di fascicoli più sicura, facilitandone la tracciabilità e la loro gestione. Indubbiamente in ambito logistico viene pienamente sfruttato il potenziale offerto dai sistemi di identificazione: associare una "bolla elettronica" di accompagnamento della merce permette agli operatori logistici di disporre sempre di tutte le informazioni, ovunque essi siano utilizzando equipaggiamenti ormai di uso frequente quali terminali dotati di modulo RFID. Nei "circuiti chiusi" di un magazzino frigorifero, per l'identificazione di container o recipienti contenenti semilavorati che necessitano di essere tracciati in modo puntuale ed accurato, solo con questa tecnologia è possibile intercettare in modo automatico e certo i prodotti lungo tutta la complessa filiera produttiva.

Nei "circuiti aperti" sulla base delle norme ISO 15693 nonché EPCglobal e ISO 18000-6 è possibile l'impiego di *smart label* praticamente universali, nel senso che il contenuto informativo è liberamente accessibile, da chiunque ed ovunque vi sia un *reader* sottoforma di varco statico o terminale mobile.

Di seguito un elenco dei principali scenari applicativi in ambito non industriale:

- Magazzino di spedizione, composizione ordini (categoria di dispositivi elettrici "prodotti

SCENARI APPLICATIVI

bruni”, generi alimentari, pneumatici, ecc.)

- Magazzino frigorifero per prodotti surgelati (composizione ordini)
- Identificazione di *container* o serbatoi
- Identificazione di supporti da trasporto, *pallet*, contenitori oppure *box* di tipo KLT
- Gestione della distribuzione e del caricamento con bolla di accompagnamento elettronica
- Identificazione di capi tessili (ad esempio abiti da lavoro a noleggio, prodotti tessili per sale operatorie) per automatizzare i processi di lavaggio e di ritorno del capo
- Identificazione di parti di finestre, parti di mobili, ecc. nella catena logistica
- Identificazione di capi di vestiario nell’industria dell’abbigliamento (ad esempio camicie, abiti, calze elastiche)
- Produzione e spedizione
- Spedizione delle merci in catene distributive aperte (ad esempio servizi postali, ditte di spedizioni o corrieri)
- Trasporto e tracciabilità dei bagagli (BHS)

Panoramica
e stato
dell’arte

Componenti
di un
sistema

**Scenari
applicativi**

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

4

CRITERI DI SCELTA NELLA CREAZIONE DI UN PROGETTO

Panoramica
e stato
dell'arte

Esistono numerose variabili in gioco nella scelta tecnologica, nel momento in cui si deve implementare un sistema RFID. E' dunque opportuno ottimizzare la scelta di tali variabili al fine di rendere il sistema efficiente e robusto. Di seguito alcune considerazioni su quelle che sono le finalità del progetto, lo scenario fisico di utilizzo, il grado di sicurezza richiesto e un'attenta analisi dei costi/benefici di tale investimento.

Componenti
di un
sistema

Le finalità del progetto devono essere chiare in quanto la tecnologia RFID ha un vasto numero di campi di applicazione consolidati, ma ha anche la possibilità di adattarsi a svariate situazioni ed esigenze.

La chiara definizione degli obiettivi è determinante nella scelta della tecnologia più adatta ai propri scopi: non esistono tecnologie migliori o peggiori, ma solo tecnologie adatte o inadatte.

Scenari
applicativi

Lo scenario fisico di utilizzo della tecnologia impatta sulle prestazioni che si possono ottenere con sistemi diversi. Lo spettro che spazia dai 125 kHz sino ai 5.8 GHz è molto ampio: al crescere della frequenza si ha una diminuzione della lunghezza d'onda e si hanno quindi interazioni di tipo diverso con l'ambiente, i materiali e le molecole.

Come regola generale vale il principio che le frequenze più basse sono di solito da preferirsi qualora si debba lavorare in ambienti con forte presenza di liquidi o di metalli.

Oltre ad interferenze con i materiali possono esserci anche interferenze con altre sorgenti elettromagnetiche, generate ad esempio da macchinari industriali: in genere all'aumentare delle frequenza la sensibilità a queste interferenze diminuisce.

All'aumentare della frequenza, inoltre, aumenta anche la quantità di informazione trasferibile nell'unità di tempo, quindi cresce il numero di *tag* che si possono leggere, come pure cresce la velocità con cui un *tag* può entrare ed uscire dal campo del *reader* ed infine aumenta anche la distanza di lettura, poiché si passa da sistemi ad accoppiamento magnetico a sistemi ad accoppiamento elettrico.

Case
History

Il grado di sicurezza dell'applicazione impone severe riflessioni: tecnologie UHF in *backscattering* sono implicitamente meno sicure perché permettono letture a distanza, quindi di solito involontarie. Sistemi LF o HF necessitano una prossimità di lettura tale da richiedere la volontarietà dell'utente per tale operazione. Si tratta però di indicazioni valide per *tag* passivi. Ad esempio, la tecnologia NFC, con la quale si effettuano anche micro pagamenti, ha un'elevata esigenza di sicurezza ma lavora a 2,45 GHz. Il *tag* in questo caso è però semi-attivo e risponde con una potenza bassissima tale da garantire la sola lettura in prossimità. Oltretutto la sicurezza è fornita da tecniche di crittografia interne al *chip* che è quindi molto più complesso di quelli che si trovano su normali *tag* passivi. Di solito crittografare o codificare i dati implica un necessario aumento della mole di informazione da trasferire da *tag* a *reader*, con un aumento dei tempi di lettura/scrittura. Per questo motivo, in questi casi, si usano sistemi a microonde che garantiscano elevati *bit rate*.

Note
Bibliografiche

L'ultimo punto da non trascurare per selezionare un sistema RFID idoneo a soddisfare gli obiettivi è l'entità dell'investimento commisurato alla valutazione dei benefici che se ne possono ottenere.

Dal punto di vista costruttivo i *tag* UHF a polarizzazione lineare sono generalmente più eco-

CRITERI DI SCELTA NELLA CREAZIONE DI UN PROGETTO

nomici di quelli LF e HF. Ad influenzare il costo ci sono però molteplici fattori, tra cui:

- *Inlay* dei *tag*: quelli semplici ad etichetta sono più economici di altri con strutture più robuste studiate per garantire il funzionamento in condizioni particolari come in presenza di metallo, di alte temperature o di sostanze corrosive;
- Quantità di memoria: memorie più capienti portano a costi maggiori, garantendo però di poter recuperare le informazioni direttamente dal *tag*, senza essere necessariamente vincolati alla presenza di un sistema informativo (come un *database*); capacità di memoria molto elevate non possono più essere inserite nel *chip*, ma occupano un *chip* aggiuntivo il che causa anche un aumento nelle dimensioni del *tag*;
- Tipo di memoria: per immagazzinare i dati nel *tag* il sistema di memorizzazione attualmente più utilizzato è rappresentato da una memoria realizzata con tecnologia il EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), che però ha lo svantaggio di un elevato consumo di potenza durante le operazioni di scrittura e un limitato (ma comunque elevatissimo) numero di cicli di scrittura (<1.000.000 cicli);
- Il grado di sicurezza *high-end* che si vuole garantire: *chip* in grado di codificare e decodificare le informazioni in un tempo sufficientemente breve da garantire la corretta lettura/scrittura del *tag* aumentano i costi a fronte di un più alto grado di sicurezza.

Nel complesso quindi la selezione di un sistema RFID richiede uno studio attento delle problematiche in gioco e spesso anche la possibilità di adattare il processo produttivo a quelle che sono le esigenze tecnologiche. D'altra parte la varietà di tecnologia disponibile garantisce che una soluzione può essere trovata. I parametri tecnici dei sistemi RFID sono ottimizzati per alcuni campi di applicazione, quali *ticketing*, identificazione degli animali, automazione industriale e controllo degli accessi. I sistemi con frequenze più basse sono principalmente usati quando il materiale è ostile alla penetrazione dell'onda elettromagnetica (tipicamente prodotti a base liquida e/o con componenti metalliche) e quando il *tag* debba essere inglobato nel materiale stesso.

Ne sono un esempio i sistemi di identificazione degli animali in cui il *tag* è inserito direttamente nell'omero dell'animale stesso e le informazioni possono essere prelevate da un *reader* con frequenza operativa inferiore a 135 kHz.

I sistemi a microonde hanno invece un raggio di azione notevolmente più grande, ma il campo elettromagnetico generato dal *reader* non sempre riesce a penetrare all'interno del prodotto. In talune applicazioni può essere utile usare *tag* con alimentazione a batteria.

È importante considerare i campi di interferenza elettromagnetica, generati ad esempio dai macchinari industriali. In tali casi conviene utilizzare sistemi a microonde, meno sensibili a questo genere di disturbi tipicamente a bassa frequenza.

Il raggio di azione del *tag* dipende dalla conoscenza accurata della posizione del *tag*, dalla distanza minima fra due *tag* durante il trasferimento dei dati e dalla velocità con cui il *tag* attraversa la zona di interrogazione del *reader*.

Nel caso dei biglietti elettronici per il trasporto pubblico la velocità con cui si attraversa la zona di interrogazione del lettore è molto bassa, la mano del passeggero avvicina il biglietto con il *tag* al *reader*, la distanza minima è la distanza fra due passeggeri che entrano nel veicolo. Per questo tipo di sistemi il raggio di azione ottimale è dell'ordine del centimetro. Nell'identificazione dei veicoli (caselli autostradali) invece il raggio di azione è dovuto alla massima velocità del veicolo, che contiene il *tag*, rispetto al lettore nella zona di interrogazione del lettore.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

**Criteria di
scelta nella
creazione di
un progetto**

Case
History

Note
Bibliografiche

4

CRITERI DI SCELTA NELLA CREAZIONE DI UN PROGETTO

Panoramica
e stato
dell'arte

Alcune applicazioni dei sistemi RFID impongono particolari requisiti di sicurezza, quali identificazione e crittografia dei dati. Nel caso in cui l'accesso al sistema sia limitato a pochi elementi la probabilità di falsificazione dei dati è molto bassa quindi si può utilizzare un sistema di sicurezza *low-end*. Nel caso in cui l'accesso al sistema sia disponibile ad una vasta platea, come nel caso dei biglietti per il trasporto pubblico, la probabilità di falsificazione è molto elevata dunque è necessario utilizzare *tag high-end* con procedure di identificazione e crittografia dei dati.

Componenti
di un
sistema

Per immagazzinare i dati nel *tag* il sistema di memorizzazione attualmente più utilizzato è rappresentato da una memoria realizzata con tecnologia EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*), di cui in precedenza sono stati citati i limiti, ma da ormai diversi anni, esistono le memorie a tecnologia FRAM che rispondono in modo veloce ed offrono un numero di cicli elevatissimo ($<10^{12}$ cicli).

Scenari
applicativi

La capacità di memoria determinerà la grandezza del *chip* e la classe di prezzo.

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

CASE HISTORY

Sistema di tracciatura materie prime e lavorate tramite tag RFID

La Tecnopol Spa è un'azienda che opera nel settore della compravendita di materie plastiche. Fa parte del gruppo Omikron Srl focalizzato sul *compounding* di materie plastiche, produce oltre 2 milioni di kg di granuli di polimeri al mese. L'impianto di produzione è situato a Robassomero, alle porte di Torino, su una superficie di 13.000 mq. Tutti gli estrusori sono equipaggiati di sistemi di dosaggio gravimetrico o volumetrico e sono controllati da un sistema di supervisione computerizzato che garantisce l'autoanalisi degli errori e la fermata automatica della produzione in caso di problemi che possano impattare sulla qualità.

BALLUFF

Scopo del progetto

I grandi livelli di produzione raggiunti, implicano una gran quantità di materia prima in arrivo giornalmente su Camion, e stivata principalmente in grossi contenitori a sacco denominati BigBag che contengono ciascuno circa 1.000Kg di materiale. Altri tipi di contenitori sono pedane di sacchi da 25kg ciascuno, e cisterne per prodotti polverosi come il talco. Tralasciando i prodotti in cisterne, tutti gli altri vengono stoccati in magazzino prima di essere utilizzati con un turn over abbastanza vario che va da poche ore fino ad alcuni mesi.

Gestione Scarichi

Ben presto ci si è resi conto che l'adozione di tracciatura di ogni singolo contenitore avrebbe inoltre portato benefici anche in altri momenti del processo produttivo, ossia il controllo preventivo agli scarichi e la gestione in tempo reale dei medesimi. Prima ogni contenitore era identificato da un'etichetta e da un cartellino che gli operatori dovevano collezionare al momento dello scarico nei macchinari, del materiale contenuto. Tali cartellini venivano poi analizzati tipicamente il giorno successivo da un operatore che provvedeva ad inserire i dati sul sistema informativo centrale. A causa del *delay* tra scarico effettivo e registrazione, eventuali sbagli venivano rilevati troppo tardi e comunque impegnavano un operatore ad un lavoro lungo, noioso e poco gratificante. Gli eventuali sbagli potevano avere conseguenze disastrose come gettare una intera partita inquinata da un materiale estraneo e doverla rifare. Grazie all'uso delle etichette intelligenti (TAG) poste sui contenitori al posto dei cartellini che possono venir lette da apposite antenne, la gestione degli scarichi può risolvere i 2 problemi citati ossia il controllo della validità degli scarichi prima che effettivamente avvengano e la loro immediata registrazione sollevando l'operatore che può dedicarsi a compiti più nobili.



Componenti

I componenti schematizzati nella figura accanto sono di natura fisica (hardware) e logica (software) e sono in parte commerciali ed in parte costruiti ad hoc.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

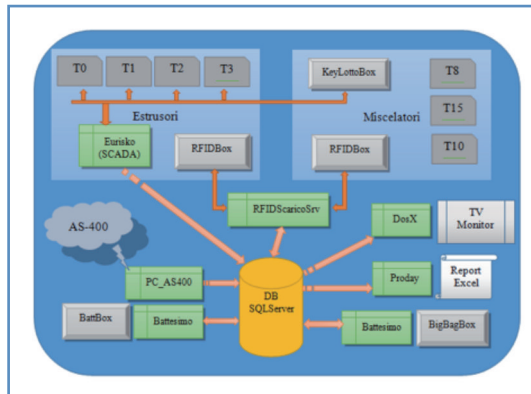
Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

CASE HISTORY

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

Architettura

Dalla mappa grafica dell'intero progetto si evince subito che il punto centrale del progetto è il Database che funge da accentratore di tutti i dati in cui le singole apparecchiature riversano o attingono dati. I rettangoli in grigio scuro rappresentano i macchinari di lavorazione (Miscelatori ed Estrusori), mentre quelli in grigio chiaro rappresentano apparecchiature elettromeccaniche progettate appositamente per permettere l'automazione necessaria. Tutte eccetto la KeyLottoBox utilizzano antenne RFID per colloquiare con i TAG. I programmi che fanno parte del progetto sono racchiusi nei rettangoli verdi. Eurisko è uno SCADA incaricato di attingere ai dati di produzione provenienti dalle varie macchine. Essendo i miscelatori privi di una elettronica intelligente, è stato necessario costruire appositamente il KeyLottoBox in modo da poter impostare, e così far sapere al sistema, il numero di lotto attualmente in lavorazione. La gestione degli scarichi sui miscelatori e sui dosatori sono invece affidati a 2 apparecchiature RFIDBox, mentre i battesimi dei TAG sono premessi grazie ad una apparecchiatura BattBox.

La gestione degli scarichi sui miscelatori e sui dosatori sono invece affidati a 2 apparecchiature RFIDBox, mentre i battesimi dei TAG sono premessi grazie ad una apparecchiatura BattBox.

RFIDBox

Gli RFIDBox sono dei sofisticati dispositivi elettromeccanici che servono a leggere i Tag e a validarli o meno e a registrare gli effettivi scarichi.



All'interno trovano posto alcuni importanti componenti quali il processore RFID Balluff e la sua Antenna. La scheda Arduino con lo *shield* RFID e lo *shield* Ethernet per permettere la connettività con il DB centrale. Esso si comporta come un *TelePass*: il tag apposto in una tasca dedicata sul BigBag viene prelevato dall'operatore che lo inserisce nella fessura del dispositivo a destra che contiene l'antenna. Successivamente preme il bottone relativo al dosatore dell'estrusore in cui vuole effettuare lo scarico. A questo punto l'antenna legge il tag, invia al database il codice univoco che lo contraddistingue che permette al database di risalire anche alla natura del contenuto e di verificare se quel materiale è ammesso o meno sul dosatore indicato. In caso di discrepanza viene emesso un eloquente messaggio di errore, in caso di accettazione invece il dispositivo elettromeccanico provvedere "mangiare" il tag facendolo cadere nella sacca posta al di sotto. Il tag a questo punto ritorna "vergine" e può essere riutilizzato per etichettare altri contenitori.

CASE HISTORY

Transponder RFID UHF intelligenti che svolgono funzioni di monitoraggio

Le versioni *Embedded* dei *Transponder* RFID di HARTING (serie ETB) sono in grado di trasferire in modalità totalmente passiva sia il loro codice identificativo (*ID number*) dell'oggetto che i dati provenienti da sensori esterni collegabili al *transponder* stesso, consentendo in questo modo la gestione di processi auto configurabili. Possono così essere monitorati tutti quegli oggetti in movimento che non possiedono una propria fonte di alimentazione.



Ai transponder RFID UHF della serie ETB di HARTING è stata implementata una funzionalità ampliata: oltre agli ID di riconoscimento, possono anche trasferire i dati di sensori esterni ad essi collegati. Questa funzionalità apre nuovi campi di applicazione per la tecnologia RFID.

La tecnologia RFID UHF (*Ultra High Frequency*) ha la funzione di agire come un sistema di controllo diretto nei processi di produzione integrati verticalmente nel senso dell'Industria 4.0. In questo contesto è importante per un oggetto dotato di un transponder RFID essere in grado di determinare sia l'ID univoca che il suo stato attuale, attraverso l'ausilio di sensori ad esso collegati, trasferendo tutte queste informazioni senza l'ausilio di cavi.

Il principale vantaggio del sistema di controllo basato su RFID UHF è il suo funzionamento passivo, che significa che il *transponder* può indirizzare sensori esterni ad esso collegati a una distanza massima di circa 2,5 metri e anche trasferire i dati aggiuntivi al lettore in modalità passiva. Modalità passiva significa che il sistema non ha bisogno di una fonte di energia sul lato transponder, poiché il sistema trae energia dall'antenna collegata al lettore RFID.

L'innovativo *transponder* RFID UHF HARTING della serie ETB offre notevoli vantaggi in numerose applicazioni: ciascuna unità in movimento che non disponga di una fonte di energia costante può essere identificata e ampiamente monitorata con l'ausilio del sistema di controllo. Tutto questo senza alcuna manutenzione o usura, in quanto il transponder ETB non contiene componenti in movimento o di alimentazione.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

CASE HISTORY

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

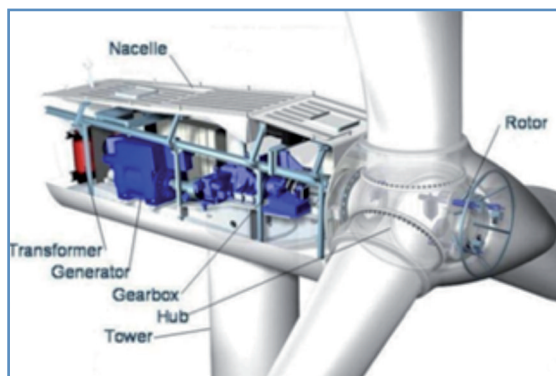
Vediamo alcuni esempi applicativi:



Transponder RFID UHF serie ETB per seggiovie e cabinovie

Negli impianti di risalita per impianti sciistici e, più in generale, di movimentazione delle persone con seggiovie e cabinovie si ha sempre più la necessità di identificare la singola seggiovia o gondola per fini manutentivi della morsa di aggancio. Con i *transponder* della serie ETB, oltre a questa funzionalità d'identificazione, si possono monitorare ad esempio gli stati di chiusura/apertura delle barre di contenimento sulle singole sedie che proteggono i passeggeri oppure la chiusura/apertura delle porte della singola cabina.

Per determinarne lo stato, il transponder HARTING RFID è dotato di ingressi digitali che sono collegati tramite un cavo. Ogni ingresso può essere "aperto" o "chiuso" in funzione della posizione della barra di sicurezza o della porta. Quando il *transponder* viene attivato dal campo elettromagnetico di una antenna esterna verifica questo stato e lo trasferisce al lettore RFID. Il sistema a valle (PLC/PC) valuta i dati e li utilizza per controllare il funzionamento corretto dell'impianto.



Transponder RFID UHF serie ETB per rotori di generatori eolici

In molte situazioni applicative è indispensabile monitorare lo stato di parti in movimento, sia in termini di livelli di temperatura che in termini di livelli di vibrazione raggiungibili.

Anche in questi casi la soluzione di *transponder* RFID della serie ETB può venire in aiuto raccogliendo lo stato di 2 o di 4 livelli provenienti da sensori di temperatura bimetallici o di vibrazione opportunamente calibrati e collegati al *transponder* stesso.

Il *transponder* completamente passivo, nel momento in cui viene investito dal campo elettromagnetico di un'antenna RFID UHF, trasmette oltre al codice identificativo (ID) anche lo stato dei sensori collegati, trasferendone l'informazione al *reader* RFID e quindi ad un sistema di controllo (PLC) o di monitoraggio (PC) ad esso collegato.

CASE HISTORY

RFid incontra AS-i. Monitoraggio trasparente del montaggio

La continua crescita dell'automazione negli impianti produttivi moderni viene supportata sempre più da sistemi di identificazione. Le loro funzioni comprendono, ad esempio, il controllo o l'abilitazione di sequenze produttive oppure l'assegnazione di informazioni relative al prodotto. Ciò è facilmente realizzabile se i componenti RFid comunicano tramite il *bus* di campo AS-i.



Wessel-Werk, *leader* del mercato mondiale nella progettazione e produzione di spazzole per aspirapolvere, si affida alle soluzioni di ifm, *global player* nel settore dell'automazione e primo fornitore al mondo di sistemi RFid basati su AS-i, per la tecnica di assemblaggio. Il risultato: monitoraggio snello e trasparente del montaggio durante la produzione di spazzole per aspirapolvere.

La spazzola fa la differenza

Una spazzola per aspirapolvere di alta qualità è costituita da ben una dozzina di componenti diversi. Per poter applicare tecnologie innovative in modo rapido e versatile, l'azienda *leader* internazionale progetta e costruisce anche le macchine di montaggio. I *pallet* attraversano varie stazioni di assemblaggio sulle quali vengono montati telai, lamelle, ruote e altri pezzi per diverse spazzole per aspirapolvere.

Wessel Werk produce versioni diverse con grandezze di lotto variabili nella produzione mista. I nastri trasportano i *pallet* su varie stazioni di lavorazione. In base alla tipologia della spazzola vengono eseguite fasi di lavorazione differenti e utilizzate diverse linee di trasporto.

Ogni *pallet* è identificabile, inequivocabilmente, tramite un codice RFid specifico. Il codice viene letto su ogni stazione di lavorazione e trasmesso al sistema di controllo tramite AS-i. A seconda della versione si svolge la fase di lavorazione corrispondente e vengono impostati i deviatori sul percorso del convogliatore. L'identificazione univoca consente di eliminare, con affidabilità, gli errori di lavorazione nella produzione mista.

RFid con AS-i

Per uno svolgimento corretto del processo viene utilizzato il sistema RFid DTS125 di ifm, adatto per applicazioni industriali. Si tratta di un'alternativa compatta e semplice per applicazioni nelle quali non è possibile, ad esempio, utilizzare un sistema di identificazione ottico a causa delle condizioni ambientali.

È anche il primo sistema di identificazione a radiofrequenza al mondo per AS-i. Consente di leggere o scrivere i supporti di memorizzazione dei codici (*TAG*) e sfruttare così i vantaggi di AS-i. Può essere integrato senza difficoltà nelle reti AS-i esistenti ed è subito funzionante.

La particolarità della soluzione AS-i è il semplice cablaggio. Su 100 m di cavo AS-i è possibile collegare fino a 31 testine di lettura e scrittura. Il cavo può essere diramato a piacere

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

5

CASE HISTORY

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

e seguire la struttura della linea di produzione. Ciò è perfettamente adatto a strutture modulari poiché dati ed energia vengono trasmessi tramite un unico cavo.

Il sistema di identificazione a radiofrequenza utilizza, per la lettura, il noto protocollo analogico AS-i 7.4 per il trasferimento dei dati. Non sono quindi necessari moduli *software* specifici. La testina di lettura/scrittura salva gli errori di trasmissione, disponibili per l'analisi mirata delle anomalie.

L'antenna, l'elettronica e l'interfaccia AS-i sono integrate in un corpo compatto. La tensione di alimentazione è fornita dalla rete AS-i tramite un connettore M12 orientabile. Non è necessaria un'ulteriore tensione di esercizio; ciò semplifica il montaggio e riduce il cablaggio. Il TAG (*transponder*) è disponibile in diverse versioni e consente un montaggio versatile per *pallet*, contenitori, ecc.

Tramite una semplice perforazione dell'isolante è possibile collegare il modulo AS-i al cavo piatto AS-i giallo. Nel modulo, il cavo può essere installato di traverso o per lungo. Il modulo AS-i viene montato senza utensili; per smontarlo basta utilizzare un cacciavite.

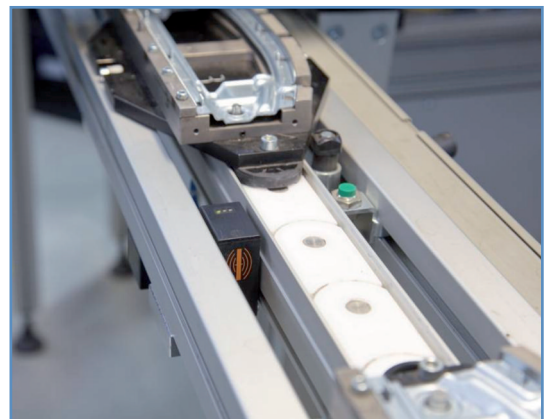
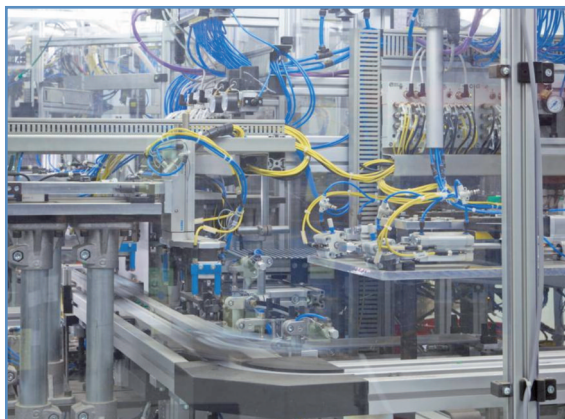
Non solo testine di lettura/scrittura RFID ma anche altri sensori quali fotocellule o induttivi possono essere collegati al sistema di controllo tramite i moduli AS-i. Così si evitano anche qui cablaggi complessi.

Il master AS-i, come unità principale, raccoglie tutti i dati per tutti i bus di campo *standard* superiori. Grazie alle funzioni integrate del PLC, è in grado di processare i dati alleviando così il sistema di controllo dell'impianto.

Conclusioni

Gerhard Feyerabend, tecnico per sistemi di controllo presso Wessel-Werk, ha dichiarato sulla semplicità del sistema RFID AS-i: "La messa in funzione del sistema è molto più semplice del previsto poiché le testine di lettura, una volta installate e indirizzate, inviano immediatamente i dati al PLC. Un'ulteriore configurazione non è necessaria".

ifm fornisce sistemi RFID combinati ad AS-i come soluzione ideale per funzioni di identificazione facili da realizzare nella tecnica di assemblaggio.



CASE HISTORY

Tracciabilità ad alta temperatura nel settore conserviero della frutta e verdura



L'azienda Conserve Italia, società di primo piano che opera nel settore conserviero della frutta e verdura, nell'ottica di garantire la massima qualità, ha deciso di realizzare una soluzione avanzata di tracciabilità totale dei suoi prodotti all'interno dell'intero ciclo di produzione.

Trattandosi di prodotti alimentari quali frutta e verdura, la particolarità del ciclo produttivo risiede nella necessità di effettuare un passaggio dei barattoli in autoclave ad alta temperatura per la sterilizzazione; di conseguenza, se si desidera avere una tracciabilità completa, è necessario seguire i barattoli anche all'interno dell'autoclave, in modo da essere certi di escludere qualsiasi possibilità di errore e/o perdita di informazioni.

La soluzione adottata prevede quindi l'identificazione dei prodotti con unità portadati (*tag*) RFID Omron resistenti ad alte temperature, la lettura/scrittura dei dati con antenne e controllori specifici e la realizzazione della tracciabilità tramite l'integrazione con un *software* di supervisione, specificatamente studiato per Conserve Italia.

In particolare uno dei punti più importanti dell'applicazione è quello relativo all'identificazione dei prodotti; i barattoli contenenti la materia prima sono inseriti in un cestone, che serve per il trasporto lungo tutta la linea (autoclave compresa); all'interno di ogni singolo cestone è presente una sola tipologia di prodotto, che viene identificato univocamente da una *tag* posizionato sul cestone stesso. Un semplice numero, memorizzato sulla *tag*, fa riferimento ad un database centrale per l'associazione con il prodotto.



La *tag* è studiata e realizzata esplicitamente da Omron per resistere ad alte temperature (fino a 200°C), mantenendo inalterate le sue funzionalità e permettendo la normale comunicazione (lettura e scrittura dei dati) anche dopo molti cicli di sterilizzazione in autoclave; grazie quindi alle sue particolari caratteristiche, questo *tag* rappresenta il cuore dell'applicazione ed insieme al *software* di gestione assicura una soluzione innovativa ed efficace.

I cestoni, contenenti un certo numero di prodotti dello stesso tipo, si muovono quindi lungo la linea di sterilizzazione, che è raffigurata schematicamente nella figura seguente:

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

5

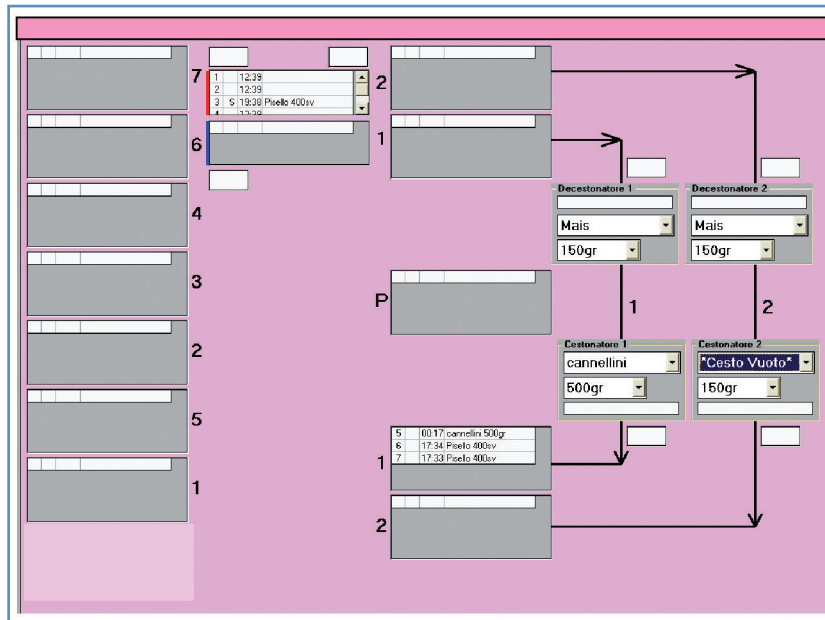
CASE HISTORY

Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto



La linea di sterilizzazione è a sua volta composta da due linee cestonatore/decestonatore (numerate con 1 e 2 nella parte destra in figura), da una navetta di trasbordo per carico/scarico dei cestoni (rosso e blu in alto in figura 2) e da 7 autoclavi (numerate da 1 a 7 nella parte sinistra in figura).

Le antenne di lettura sono posizionate all'ingresso del decestonatore, in uscita dal cestonatore e sulla navetta di trasbordo, in modo da poter leggere e verificare in più punti la correttezza delle informazioni.

In particolare, grazie al *software* di supervisione, è possibile gestire:

- tempistiche, grazie al monitoraggio dei tempi di transito lungo la linea (critici per la qualità del prodotto);
- allarmi, in base all'importanza dell'evento (i diversi gradi di priorità sono gestiti con una struttura di allarmi su più livelli e l'utilizzo di *password*);
- più prodotti contemporaneamente, in modo da avere una produzione molto flessibile e non legata ad una sola tipologia di prodotto.

Perciò la soluzione adottata permette il controllo qualità lungo l'intera linea, realizzando la completa tracciabilità dei prodotti e dando al produttore la certezza di consegnare ai clienti un prodotto quanto più possibile "perfetto".

Case History

Note Bibliografiche

CASE HISTORY

Identificazione RFID per la produzioni di accessori per abbigliamento e pelletteria



La società A.M.F. SPA di Bassano del Grappa produce accessori per abbigliamento e pelletteria, per le più importanti case di moda internazionali; negli ultimi anni, la società è diventata un punto di riferimento del settore per qualità, creatività, sostenibilità e servizi offerti.

La ricerca costante e l'esigenza continua di fornire prodotti all'avanguardia e di elevata qualità, hanno spinto l'azienda ad investire in processi produttivi galvanici, sempre più attenti alle esigenze specifiche di produzione, garantendo un'ottima qualità del prodotto, tempi di processo rapidi e flessibili e la salvaguardia dell'ambiente. L'introduzione della tecnologia RFID ha consentito di automatizzare l'intero processo galvanico, monitorando e tracciando tutte le fasi di lavorazione dei prodotti all'interno delle vasche di processo e di lavaggio. La tecnologia RFID, inoltre, rappresenta il fulcro dell'integrazione del sistema con il concetto di Industry 4.0, per una produzione personalizzata e flessibile. L'utilizzo della testa di Lettura/Scrittura RFID UHF F190 di Pepperl-Fuchs consente un rilevamento corretto dei componenti e l'invio delle informazioni necessarie durante il ciclo di produzione.

Sistema RFID: integrazione e gestione all'interno di un processo galvanico



Una produzione orientata ad Industry 4.0 è la base per ottenere una configurazione personalizzata dei prodotti, combinata ad un processo automatizzato e flessibile, con la supervisione dei relativi costi di produzione. La soluzione consiste in un'integrazione verticale e totale della catena di ingegnerizzazione e nella perfetta connessione fra processi di automazione. Partendo da una specifica richiesta del cliente, il prodotto viene sviluppato rapidamente dal reparto R&D e successivamente, i relativi dati vengono inviati alla produzione; tramite il sistema RFID viene tracciata ogni

singola fase del processo di galvanizzazione. Il trattamento galvanico prevede lavorazioni condotte con soluzioni acquose, contenenti sali di metalli, acidi, basi, detersivi, ed additivi specifici, effettuate in vasche allineate in sequenza in temperatura ambiente o poco superiori. Le vasche di processo sono sempre seguite da una o più vasche di lavaggio per l'asportazione dei residui delle soluzioni che restano aderenti sui pezzi in trattamento. L'impianto galvanico si configura, quindi, come una successione di vasche, ciascuna dotata dei propri servizi, di un sistema automatico di trasporto e di immersione/estrazione dei pezzi dalle singole vasche, secondo la sequenza ed i tempi di trattamento stabiliti. I pezzi vengono movimentati appesi su dei telai, a seconda delle loro forme e dimensioni.

Gestione

Tag robusti IP68 con tecnologia UHF (Ultra High Frequency, con standard Gen2), applicati su ogni telaio, identificano il lotto produttivo ed i singoli pezzi in lavorazione, per garantire la perfetta tracciabilità di ogni fase del processo di produzione nelle distinte vasche. I telai vengono inseriti manualmente da un operatore specializzato tramite un carrello opportunamente codificato con un tag UHF; il carrello viene inserito in una postazione di carico, dove la testa di Lettura/Scrittura IUH-F190-V1-EU legge tutti i tag presenti su telaio e sul carrello, in maniera dinamica. Una volta inserito il carrello nella postazione di carico, un carro ponte preleva i relativi telai dando inizio al processo di lavorazione.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

5

CASE HISTORY

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

L'uso dell'antenna Pepperl-Fuchs IUH-F190-V1-EU è risultato vincente per molteplici fattori:

- La custodia estremamente compatta e robusta, con l'elettronica dell'antenna integrata, è la soluzione ideale dato lo spazio ristretto a disposizione;
- L'elevata potenza di irradiazione regolabile ha consentito una facile ed immediata messa in servizio, potendo ottimizzare, con estrema affidabilità, letture multiple di 3-4 tag disposti in posizione casuale. Tutto ciò, in un ambiente ad elevata presenza di metallo e senza l'uso di specifici software, per ridurre al minimo situazioni di riflessione ed interferenza dovute alla gestione dei dati provenienti da più tag nel medesimo campo di rilevamento.

La testa di lettura/scrittura IUH-F190-V1-EU è collegata alla centralina di gestione



Multiprotocollo Ethernet IC-KP2-2HB17-2V1D. Attraverso il protocollo *Ethernet IP*, già presente sull'impianto, abbiamo potuto integrare, in maniera rapida, i dati provenienti dal sistema RFID al PLC di gestione Linea, mentre, attraverso rete TCP/IP al gestionale, per il costante monitoraggio della lavorazione.

Vantaggi

L'introduzione del sistema RFID di Pepperl-Fuchs ha consentito ad A.M.F. SPA le seguenti migliorie:

- Automazione di processo:
 - reperimento automatico dei dati di processo dal gestionale con riduzione dei tempi di attrezzaggio dell'impianto, riduzione del rischio di errore umano, focus dell'operatore specializzato sulla verifica di pochi parametri;
 - consuntivazione semplificata ed automatizzata dei tempi di processo.
- Valutazione ed Efficienza dei costi di produzione:
 - attraverso la tracciabilità dei telai e del prodotto viene calcolata la fase effettiva di processo di deposito di materiale nobile del processo galvanico;
 - rapida valutazione del costo del prodotto, successiva ad uno sviluppo R&D prototipale in ottica di produzione (prototipazione -> produzione di massa).
- Qualità del prodotto:
 - elevata qualità, grazie al costante controllo di ogni fase di processo di deposito di materiale nobile durante ogni singola vasca di lavorazione.
- Affidabilità del Sistema Industriale RFID UHF di Pepperl-Fuchs:
 - tag robusti e resistenti IP68 con standard Gen2 garantiscono la trasmissione dei dati;
 - la testa di Lettura IUH-F190-V1-EU compatta, è ideale per applicazioni di identificazione a media distanza; appositamente concepita per l'industria, rappresenta la scelta più appropriata per svariate applicazioni. Grazie alla custodia robusta e all'elettronica incorporata, si adatta facilmente a qualsiasi ambiente gravoso, anche in presenza di temperature elevate. Il design compatto consente l'installazione in spazi ristretti, mentre i diversi LED colorati, facilmente visibili all'interno dello spazio operativo, apportano evidenti vantaggi in termini di manutenzione e ricerca dei guasti. La capacità di rilevare più tag contemporaneamente, con una sola operazione di lettura, incrementa la produttività e l'efficienza dei processi produttivi e logistici.

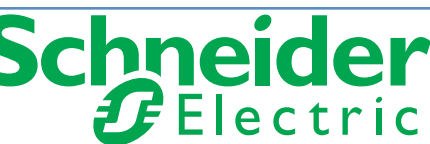
CASE HISTORY

Soluzione RFID per il controllo mescole per lo stampo di vaschette alimentari

Quando acquistiamo un genere alimentare confezionato da frigo (carne, pesce, verdura, ecc.) ci accorgiamo che il prodotto è posato su vaschette di diverso colore e forma in polistirene espanso.

La produzione di queste vaschette, prevede prima dello stampo l'utilizzo di materie prime che mescolate tra loro generano il rotolo (foglio) da usare per la termo formazione della vaschetta.

Si tratta di prodotti di diversi colori, spessore e consistenza. Per poter generare tali differenze si impiegano materie prime diverse. L'unione di questi composti viene preparato in miscelatori.

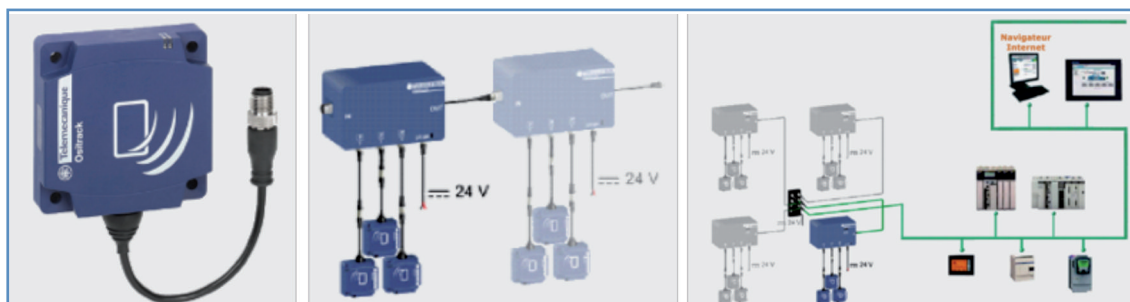


Per il trasporto delle polveri si usano più di 40 bocchettoni che riversano le soluzioni provenienti dai vari silos. La scelta del collegamento del bocchettone dev'essere eseguita attentamente per evitare una produzione di materiale errato.

Per garantire e automatizzare la scelta del composto corretto, sono

state installate le antenne RFID a 13,56MHz della gamma Ositrack sulla console centrale, mentre su ogni ghiera di aggancio del bocchettone è stato montato un TAG con custodia a disco (diametro 30) e foro centrale per l'installazione di capacità 256 byte.

Tutti i dati del composto erogato da ciascun tubo sono stati inseriti sul *chip* di memoria; mentre ogni antenna è stata collegata in comunicazione diretta una con l'altra in Modbus TCP/IP e connessa ad un PLC ed HMI Schneider Electric della gamma Next Generation Machine Solution.



Con la soluzione implementata, sulla base della ricetta selezionata, si è potuto garantire il controllo automatico della corretta allocazione della bocchetta collegata alla console centrale del miscelatore.

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

5

CASE HISTORY

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

I punti di forza della soluzione scelta derivano dal fatto che il sistema è

- aperto;
- compatto perché integra in un'unica custodia sia il controllo sia l'antenna e con il vasto range di accessori;
- facile da installare, collegare e configurare:
 - può essere infatti facilmente installato in ogni parte della macchina: l'elettronica si auto-adatta all'ambiente circostante
 - a connessione è semplice, rapida e affidabile poiché il collegamento tra elettronica e PLC si riduce a un unico cavo e l'indirizzamento è semplificato: posizionando davanti all'antenna il *badge* di configurazione si attiva la modifica dell'indirizzo
 - il fatto che la stessa stazione di lettura/scrittura possa essere collegata a Modbus e Modbus TCP/IP (Uni-Telway, Canopen) semplifica la configurazione con il rilevamento automatico del protocollo di comunicazione e velocità
 - la totale assenza del software di configurazione fa sì che l'utilizzo di Ositrack non sia riservato ai soli specialisti;
- rispondente alle norme ISO 18000-3, ISO 15693 e ISO 14443: è quindi possibile scegliere liberamente le memorie dall'offerta industriale o dall'offerta ISO (non protetta) disponibile sul mercato.

Case
History

Note
Bibliografiche

CASE HISTORY

RFid per gestire la flessibilità nella produzione e nella logistica automotive

L'auto desiderata da lungo tempo è assemblata rapidamente online. L'acquirente ha tutte le possibilità di scelta: modello, colore, equipaggiamenti, a benzina o a diesel. Tutto è configurabile. Le conseguenze sulla produzione sono enormi. Tutti i componenti richiesti devono essere disponibili sulla linea di produzione per poter realizzare l'auto personalizzata anche rapidamente. Le soluzioni RFID di SICK lo rendono possibile. Uno dei principali fondamenti della *lean production* è di evitare sprechi e minimizzare le scorte che sembra però andare nella direzione opposta rispetto a quella della produzione totalmente flessibile basata sui desideri del cliente. Oggi si produce su richiesta, quindi vi è sempre il rischio che l'equipaggiamento speciale per l'auto-



tomobile, al momento, non sia disponibile sulla linea di produzione. Con la giusta combinazione di soluzioni per l'identificazione automatica è possibile sapere sempre in modo preciso dove si trova il componente desiderato. I fermi di produzione sono ridotti al minimo. Maggiore è il grado di personalizzazione del veicolo, maggiori sono le informazioni che i produttori automobilistici devono raccogliere, elaborare e valutare durante la produzione. A tale

scopo si rende necessario un monitoraggio e una documentazione senza lacune in sede di montaggio, utilizzando sempre la stessa tecnologia per evitare la possibile insorgenza di errori. Proprio la necessità di garantire continuità e tracciabilità ha rappresentato finora una grande difficoltà ai costruttori automobilistici e ai loro fornitori di sensori.

Identificazione univoca della carrozzeria con RFid

I codici a barre e *Data Matrix*, dopo la verniciatura non sono più visibili, mentre l'utilizzo costante di codici perforati su lamiera e *tag* RFID attivi sarebbero troppo costosi. Le etichette di identificazione fissate sui supporti di montaggio non sono una soluzione abbastanza sicura. I veicoli, nel corso del montaggio, devono essere più volte spostati su un altro supporto di montaggio, quindi è possibile che si verifichino degli errori di sostituzione. Per evitare tutto ciò, la carrozzeria deve essere contrassegnata, fin dal principio della produzione, con un'etichetta univoca di cui va assicurata la leggibilità in ogni fase della produzione, anche nella linea di verniciatura con temperature fino a 220°C. Per la soluzione di questo problema, SICK ha puntato completamente sulla tecnologia RFID, sviluppando il dispositivo di scrittura/lettura RFU630, che utilizza la banda UHF (*Ultra High Frequency*). Questo dispositivo offre ideali caratteristiche di lettura e scrittura, in special modo per applicazioni nel settore automobilistico. Con i *tool* necessari per una semplice integrazione, l'RFU630 si adatta ai requisiti della produzione automobilistica. Il *transponder* è un'etichetta RFID resistente alla temperatura e indeformabile, per di più anche economica. Collocata sul sotto scocca della carrozzeria, la robusta etichetta accompagna il processo di produzione del "suo" veicolo fin dall'inizio. Questo *body-ID* resiste anche al processo di verniciatura, rendendo così impossibili errori di sostituzione.

Mercedes-Benz punta sull'affidabile tecnologia di identificazione della carrozzeria nonostante le elevate temperature e la presenza di molti elementi metallici nell'ambiente circostante



Panoramica e stato dell'arte

Componenti di un sistema

Scenari applicativi

Criteri di scelta nella creazione di un progetto

Case History

Note Bibliografiche

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

Le carrozzerie etichettate con un *transponder* alla Mercedes-Benz di Rastatt vengono gestite con l'ausilio di dispositivi a radiofrequenza UHF. Dalle più diverse stazioni di lavoro e di trattamento fino al montaggio finale. Dopo il pre-trattamento tramite sgrassaggio, lavaggio e fosfatazione in enormi impianti a spruzzo, e la verniciatura catodica a immersione, le carrozzerie vengono essiccate in forni a temperature di circa 180°C. Per molti sistemi a radiofrequenza ciò significa, però, una situazione di stress, poiché le riflessioni ad alta frequenza derivanti dall'impianto possono influenzare enormemente la trasmissione dei dati tra i *transponder* e i dispositivi di lettura/scrittura. I sistemi a radiofrequenza di SICK funzionano in modo affidabile nonostante le elevate temperature e l'ambiente metallico circostante. Con circa 350.000 operazioni di lettura nel sistema al giorno, la sicurezza di lettura è un *must*, giacché in caso di errore sussiste il pericolo di perdite, errori di sostituzione e collisioni. La tecnologia RfId di SICK garantisce una sicurezza di lettura del 99,98%.

Ford testa i vantaggi della tecnologia RfId nella tecnica di trasporto

Nello stabilimento di produzione Ford di Saarlouis è in corso un progetto pilota nel campo della tecnica di movimentazione del trasportatore elettrico a monorotaia sospesa per componenti del vano motore. Giornalmente qui vengono prodotti circa 1.600 veicoli. Con la tecnologia RfId di SICK, Ford è in grado di documentare senza lacune tutti i passaggi, dalla costruzione della carrozzeria fino alla consegna dell'auto completa al cliente finale. In futuro ciò potrebbe coinvolgere anche i processi di riparazione o applicazioni speciali, fino alla gestione dei processi di carico. Una tale enorme flessibilità in tutti i processi logistici di produzione rappresenta un effettivo vantaggio concorrenziale per Ford.

Non più perdite di tempo per rintracciare le automobili finite

Fino a che le auto finite vengono prelevate e trasportate nell'autosalone, queste devono essere sistemate in un parcheggio. Ma dove si trova l'auto che deve ancora essere caricata sulla bisarca di trasporto? Un veicolo erroneamente posizionato nel segmento sbagliato può richiedere, a seconda dei casi, ore di ricerca. Con più di 1.000 auto prodotte al giorno è facile perdere traccia. Ciascuna auto è stata ordinata individualmente. Nessuna è uguale alle altre. Grazie alle informazioni memorizzate sul *transponder* RfId, l'auto desiderata si trova rapidamente e può essere immediatamente caricata.

Ottimizzare i richiami delle auto che presentano difetti costruttivi

Con la tracciabilità è possibile evitare costosi richiami auto, limitando così i danni. Quando viene scoperto un componente difettoso in un'auto, deve essere chiarito con quali singole parti il prodotto finale è stato realizzato. Ma in quali e, soprattutto, in quante auto sono stati montati i componenti difettosi? Per rendere possibile una trasparenza totale in relazione alle parti montate, si punta per il futuro su una completa documentazione dei componenti del veicolo. Qui tutti i componenti vengono etichettati con *transponder*, i quali possono essere letti nella produzione in stato di assemblaggio. SICK offre quindi gate RfId e mette a disposizione la sua esperienza per la messa in funzione e l'ottimizzazione della postazione di lettura. Inoltre, la tecnologia RfId è a disposizione anche per i fornitori dei componenti utilizzati durante l'assemblaggio delle autovetture.

Seguire passo a passo

Con la tecnologia di identificazione ad alta risoluzione è possibile ripercorrere ciascun singolo passo, cosicché, in qualsiasi momento, è chiaro quali e quanti modelli siano coinvolti. Per un richiamo auto, è così possibile identificare tutti i veicoli nei quali i componenti difettosi devono essere riparati o sostituiti.

CASE HISTORY

La trasparenza incontra l'efficienza. La tecnologia RFID UHF ottimizza i processi di Supply Chain



Ottimizzare l'approvvigionamento di oltre 700 catene di negozi in tutta Europa è stato l'obiettivo primario per una rinomata catena di negozi di alimentari e drogherie, che ha impiegato in modo completo la tecnologia RFID nei vari magazzini (movimentazione merci). L'identificazione e la verifica della correttezza nella movimentazione di tutti i carrelli durante il caricamento dei camion hanno permesso di minimizzare i tempi di consegna. Anche in altri punti della rete di magazzini, l'utilizzo della tecnologia RFID ha reso i processi logistici più efficienti e trasparenti. Dalla sua sede di Ulm-Jungingen, in Germania, la catena di farmacie Müller fornisce oltre 700 negozi nazionali e internazionali con i tradizionali prodotti farmaceutici, ma non solo. A tale scopo, la società opera con un magazzino centrale, al quale sono collegati diversi magazzini periferici nell'area circostante. Nel magazzino centrale confluiscono tutti i flussi di merci. Al suo interno, le

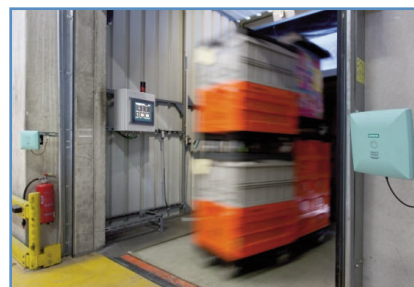
spedizioni per le varie catene di negozi sono preparate, accorpate e caricate su camion. Questo processo rappresenta una sfida logistica molto impegnativa, poiché fino a 25.000 carrelli devono essere ordinati e riempiti ogni giorno su due turni. Un carrello viene composto da casse di dimensioni diverse, che vengono posizionate su di esso e assegnate dunque ad un negozio in base all'ordine identificato da un barcode. La merce ordinata viene assemblata in casse e posizionata sui carrelli e dunque caricata a mano e/o automaticamente su camion. I volumi movimentati sono di 132 carrelli impilati su stack doppi che transitano in ciascuna baia di carico. Vengono caricati in media 140 camion al giorno. L'aumento consistente del numero di carichi da dover gestire, ha provocato consegne sbagliate e un conseguente aumento dei reclami da parte dei vari negozi, e quindi un extra lavoro per le rispedizioni. Al fine di evitare questi disservizi, e allo stesso tempo aumentare l'efficienza e la trasparenza dei processi intra-logistici – nel magazzino centrale e nei magazzini periferici è stata implementata la tecnologia RFID.

RFID per l'ottimizzazione dei processi

È stato chiaro sin dall'inizio l'utilizzo di una soluzione RFID Siemens con tag UHF passive sia leggibili che scrivibili. Nei punti di emissione delle merci nel magazzino centrale e in quelli periferici, e nell'ampia area di movimentazione dei materiali, sono state implementate soluzioni RFID Siemens integrate con il sistema gestionale del magazzino di livello superiore, denominato "LISA".

Fornitura delle merci praticamente esente da errori

Al fine di migliorare i processi di fornitura delle merci su un totale di 50 rampe di carico



Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

(gates), di cui oltre 30 nel magazzino centrale, è stata sviluppata e installata una soluzione RFID UHF SIMATIC RF600, ottimizzata nella gestione delle operazioni di magazzino e di consegna. I gates sono l'interfaccia tra il magazzino e i camion (e quindi con le varie catene di negozi). Queste operazioni di carico risultano essere potenziali e frequenti fonte di errori. Per escludere in gran parte le consegne errate, ogni gate è stato dotato con un lettore RFID UHF del tipo RF670R, al quale sono state collegate due coppie di antenne del tipo RF640A. Le due coppie di antenne RFID coprono l'area davanti al gate (una coppia) e/o l'area di fronte al camion (l'altra coppia), e sono attivate da due sensori di movimento. Le antenne sono regolate e tarate in modo da leggere esclusivamente il gate di pertinenza e non i gate vicini. La lettura in sequenza sulle coppie di antenne consente di gestire in modo semplice ed efficace anche la direzione di transito delle merci, riconoscendo dunque se i carrelli sono caricati o scaricati. Operazioni di lettura corrette, e gli eventuali errori di lettura o processi di caricamento errati non conformi alle specifiche di destinazione, sono segnalate agli operatori acusticamente ed anche visualizzati su un video touch screen di un PC industriale SIMATIC IPC477D. I vari lettori RFID SIMATIC RF670R comunicano con gli associati PC industriali, i quali sono collegati tramite rete Ethernet al sistema di gestione del magazzino. I singoli carrelli sono identificati in modo univoco da una *tag* RFID del tipo RF630L, plastificata e fissata in una rientranza del carrello per assicurare la sua protezione meccanica. Ciascuna *tag* viene scritta e quindi il corrispondente carrello viene assegnato ad uno specifico ordine di carico/negozio. I *tag* danneggiati possono essere facilmente sostituiti in qualsiasi momento e registrati nuovamente nel sistema di gestione del magazzino utilizzando un lettore portatile RF680M. Più semplice è stata l'integrazione dei sistemi RFID su diverse stazioni di lettura lungo la linea di movimentazione dei materiali all'interno del magazzino centrale di Ulm-Nord, completamente dotato di sistemi RFID Siemens. Le problematiche risolte in questo caso sono state quelle relative alla corretta raccolta delle varie casse che compongono ciascun ordine – casse consegnate ad un sistema di smistamento automatico e caricate automaticamente sui carrelli "taggati", individualmente canalizzati poi verso i gates. Per l'identificazione dei carrelli sul percorso del nastro trasportatore sono stati utilizzati lettori RFID UHF RF630R con collegate due antenne esterne RF620A. Questi lettori sono adatti a lavorare in modo ottimale in ambienti con presenza di metallo grazie alla loro alta immunità alle interferenze e agli algoritmi speciali in essi implementati.

Trasparente, efficiente e altamente disponibile

Attualmente, l'affidabilità di lettura del sistema RFID è del 99% e ciò ha consentito di ridurre drasticamente le consegne non corrette rispetto al processo precedente, dove venivano effettuate solo ispezioni visive da parte dei dipendenti. Inoltre, il sistema di lettura automatica di tutti i movimenti delle merci nella gestione del magazzino semplifica sia il rilevamento sia la tracciabilità, consentendo anche un'analisi del potenziale di ottimizzazione per l'intero processo.

Pianificazione di ulteriori espansioni

L'esperienza positiva ha incoraggiato ad equipaggiare anche altre aree con la tecnologia RFID UHF di Siemens. L'espansione del progetto prevede che tutta l'intra-logistica sia gestita attraverso 100 punti di lettura RFID. Il risultato finale sarà quello di avere un processo completamente trasparente, con un flusso impeccabile dei materiali, che integri anche le merci ricevute nelle catene di negozi e/o nei depositi intermedi.

CASE HISTORY

La società Magna usa Rfid Turck per tracciare il montaggio di paraurti presso primaria azienda automobilistica



La Società Magna è una multinazionale che realizza linee di automazione nel settore Automotive.

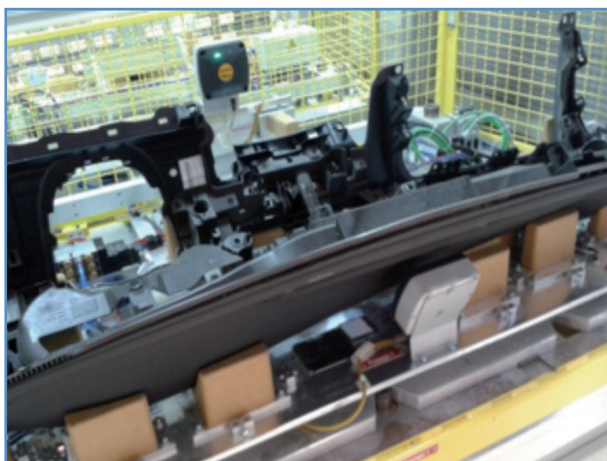
La necessità di una automazione completa della linea di assemblaggio di paraurti nasce da svariate esigenze:

- minimizzazione di tempi di produzione
- riduzione di errori e quindi di riprese lungo la linea
- ottimizzazione del flusso di approvvigionamento con relativo abbattimento di costi
- possibilità di rendere flessibili gli impianti adattandoli a produzioni di diversi tipi di prodotti finiti

Dall'analisi di fattibilità preventiva si era visto che la tecnologia Rfid, opportunamente legata al sistema gestionale SAP rendeva possibile quanto sopra. E' stata subito scartata la soluzione con codice a barre in quanto poco robusta, poco affidabile e che in passato aveva sempre dato problemi generando fermi macchina.

In particolare, il primo vantaggio del sistema Rfid Turck è nella sua estrema versatilità d'uso in quanto combina sullo stesso sistema la possibilità di usare antenne con tecnologia HF e con tecnologia UHF. L'esigenza di avere entrambe queste tecnologie nasce dalla richiesta di una flessibilità maggiore in corrispondenza di diverse stazioni della linea, non richiedendo variazioni meccaniche di rilievo. Altra richiesta era la semplicità di utilizzo e inserimento del sistema Rfid in una pre-esistente rete PROFINET. A favore del sistema Turck hanno deposto le decine di applicazioni ormai realizzate in tutto il mondo in questi contesti produttivi.

Sul processo specifico di montaggio dei paraurti il maggior *benefit* della soluzione Turck è stato che il *trigger* con cui far partire la segnalazione luminosa o il segnale di chiusura di un sensore induttivo o fotoelettrico poteva essere connesso direttamente al sistema Rfid, dal momento che esso gestisce direttamente segnali di I/O. Questo per ogni tipo di sensore, anche non Turck, permettendo quindi un tempo di reazione più elevato ed un miglior sezionamento e cablaggio dell'impianto stesso.



La tecnologia UHF in particolare soddisfa la lettura/scrittura di *tag* a distanze superiore ai 2 metri. Visto l'ambiente ove i metalli (*transpallet*, attrezzaggi, protezioni) abbondano e sono mossi in modo *random*, per ridurre al minimo i fenomeni di riflessione e interferenza, che porterebbero ad una errata lettura/scrittura sono stati filtrati da un particolare *software* messo a disposizione da Turck e programmato dal *system integrator* che ha gestito tutto il *software* di impianto.

Quando il paraurti lascia lo stampo della

Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

5

CASE HISTORY

Panoramica
e stato
dell'arteComponenti
di un
sistemaScenari
applicativiCriteri di
scelta nella
creazione di
un progettoCase
HistoryNote
Bibliografiche

macchina a iniezione plastica, gli viene immediatamente incollato il *tag*, che rimarrà in tale posizione anche quando successivamente il paraurti verrà montato sull'automobile. Il *tag* è fatto di materiale speciale, al tatto simile a carta, che però può essere incollato al paraurti e resistere meccanicamente alle sollecitazioni in fase di montaggio e di successiva vita dell'autovettura.

I paraurti vengono poi stoccati in un magazzino verticale in cui ogni cella è controllata da una antenna UHF che permette di leggere a oltre 2 metri in modo infallibile. Una volta che il sistema gestionale SAP decide la partenza di un ciclo produttivo, il paraurti viene scelto, mosso da un traslo-elevatore automatico che accede alla cella opportuna del magazzino e scarica l'attività nel sistema centrale.

A questo punto inizia l'attività di montaggio vera e propria suddivisa in diverse celle che o sono gestite da un *robot* con programma flessibile o sono fisse stazioni di montaggio per assemblare particolari più *standard*. All'ingresso e all'uscita di ogni cella di lavorazione sono predisposte stazioni di lettura e scrittura RFID.

Nel caso di passaggio di *transpallet* nei pressi delle stazioni di montaggio, i segnali spuri vengono filtrati dal relativo *software* in modo da non creare errori operativi.

Alla fine del ciclo di montaggio il paraurti è equipaggiato con i cablaggi, sensori di distanza, gruppi ottici, fendinebbia ecc. dipendentemente dal modello. Il *tag* RFID controlla la macchina tramite un OPC server, mostra il prossimo *step* produttivo, la configurazione del paraurti e carica gli appropriati programmi per le operazioni di saldatura. In caso di errato posizionamento del paraurti o di un errore della singola macchina viene generato un allarme. A seguito dell'intervento dell'operatore e opportuna conferma, le operazioni possono riprendere. In questo modo si riducono sia gli interventi, sia gli scarti. Dopo il completamento della produzione e dopo le ispezioni qualitative i paraurti sono posti nell'apposito magazzino pezzi finiti per essere destinati allo stabilimento finale.

Un altro punto a vantaggio del sistema Turck, confermato a posteriori dai costruttori di macchine e dalla stessa azienda automobilistica, è stata la velocità di messa a punto del sistema sulla linea stessa nella fase di *start up* che ha permesso di mantenere le strette tempistiche per l'avvio completo della produzione della vettura completa.



NOTE BIBLIOGRAFICHE

NOTE BIBLIOGRAFICHE

Il documento è stato realizzato con il contributo delle seguenti aziende:

BALLUFF



Pushing Performance

ifm electronic



OMRON

PF PEPPERL+FUCHS

Schneider
Electric

SICK
Sensor Intelligence.

SIEMENS



Panoramica
e stato
dell'arte

Componenti
di un
sistema

Scenari
applicativi

Criteri di
scelta nella
creazione di
un progetto

Case
History

Note
Bibliografiche

I lavori di revisione della seconda edizione delle Linee Guida per la tecnologia RFID si sono chiusi a maggio 2018. ANIE Automazione e le Aziende che hanno contribuito all'aggiornamento e stesura del documento non si assumono alcuna responsabilità per informazioni che dovessero risultare imprecise e incomplete o non aggiornate in relazione a sviluppi ulteriori degli aspetti tecnologici e/o modifiche alla normativa tecnica di riferimento.

 **ANIE**
AUTOMAZIONE




Federazione ANIE

ANIE Automazione

Viale Lancetti, 43 - 20158 Milano - Tel. 02 3264.252 - Fax 02 3264.327

anieautomazione@anie.it - www.anieautomazione.it - www.anie.it

www.forumtelecontrollo.it - www.forumeccatronica.it -  @ANIEAutomazione