



Fonte: www.audein.com

di Emiliano Sisinni*

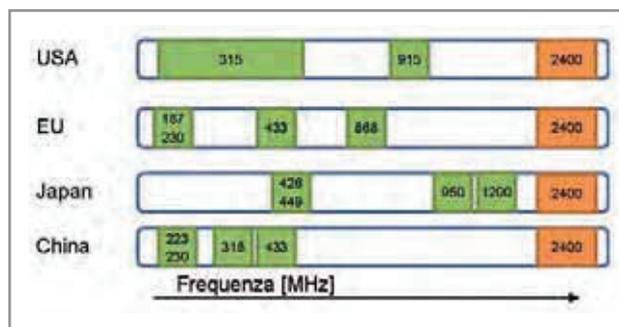
Il mondo dell'automazione industriale ha bisogno di soluzioni di comunicazione alquanto diversificate, ciascuna con differenti prestazioni, caratteristiche e funzionalità, in base alle diverse esigenze applicative.

Ciò nonostante, indipendentemente dalla destinazione d'uso, che si tratti di sensori e attuatori per il controllo di una macchina, piuttosto che di applicazioni di misura e controllo per il processo, o ancora di sistemi per la localizzazione, i vantaggi della comunicazione senza fili sono ormai evidenti a tutti grazie alla mobilità e alla flessibilità che essa è in grado di offrire. Lo conferma il crescente numero di soluzioni standard appositamente pensate per il contesto industriale, tra le quali possiamo ricordare la IEC62591 (WirelessHart) e la IEC/PAS62734 (ISA100.11a) per le applicazioni di processo, nonché la IEC61784-1 e IEC61784-2 CP per l'automazione di fabbrica. L'esistenza di così tante alternative nasce dall'esigenza, come per le soluzioni cablate, di soddisfare requisiti funzionali molto diversi tra di loro (per esempio in termini di distanza coperta, velocità di trasmissione ecc.) e si traduce nella necessità di impiegare, nella maggior parte degli ambienti di produzione, più tecnologie wireless in parallelo.

Diversamente da quanto accade per i bus di campo cablati, però, per i quali il cavo costituisce un sistema di confinamento del segnale elettrico, le soluzioni wireless possono interferire le une con le altre, non è pertanto tollerabile avere più reti di comunicazione wireless in uno stesso impianto o ambiente senza aver prima provveduto a instaurare dei meccanismi di coesistenza, pena un possibile collasso della qualità del servizio. Caratteristiche come la disponibilità, l'affidabilità e la sicurezza, critiche per i sistemi di automazione industriale, potrebbero infatti non essere più garantite: le diverse applicazioni wireless si contendono difatti la stessa risorsa (per esempio il tempo, la frequenze, lo spazio ecc.), per cui si possono avere sovrapposizioni nell'impiego della stessa tali da causare una degradazione del rapporto potenza del segnale/potenza dell'interferente, che si traducono in quella che genericamente viene denominata 'collisione'.

LA COESISTENZA DEI PROTOCOLLI WIRELESS

NEL MONDO DELL'AUTOMAZIONE È SPESSO NECESSARIO INTEGRARE TECNICHE DI COMUNICAZIONE DIFFERENTI IN UNA MEDESIMA APPLICAZIONE, DA QUI L'IMPORTANZA DELLA COESISTENZA DEI PROTOCOLLI



Le principali bande ISM nel mondo

Più esattamente, occorrerebbe distinguere il ruolo di sorgente e destinazione: quando la sorgente si trova lontano dall'interferente, ha luogo la collisione al ricevitore; quando la sorgente si trova vicino all'interferente, si ha il fenomeno dell'occupazione del canale. A prescindere dalle cause,

comunque, una definizione ampiamente accettata di 'coesistenza' in ambito industriale consiste nello 'stato' in cui tutte le soluzioni di comunicazione wireless di un impianto soddisfano le esigenze di comunicazione delle rispettive applicazioni.

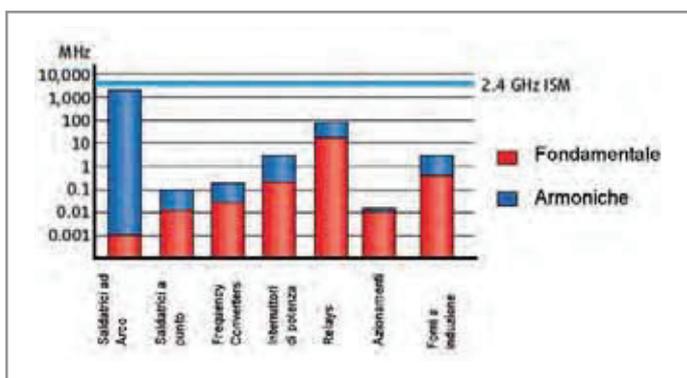
Questione di... spettro

A complicare la questione interviene la necessità, di ordine pratico ed economico, di utilizzare sempre le stesse porzioni di spettro a

radio frequenza, normalmente all'interno delle bande ISM, quelle individuate dall'acronimo Industriale Scientifico Medico, che non richiedono alcuna licenza per il loro uso, fatto salvo il rispetto delle normative inerenti le emissioni (che in Europa sono normate dalle EN300328 ed EN300220).

Tale porzione di spettro era stato originariamente destinata a tutte quelle attrezzature che tipicamente generano emissioni radio significative, ma che non hanno lo scopo di trasmettere informazioni, quali forni a microonde, elementi riscaldanti a radio frequenza, strumenti per la terapia medica basata sul calore e, ovviamente, dispositivi e sistemi industriali in genere. L'intento era di isolare questi dispositivi (classificabili come radiatori non intenzionali, ovvero le cui emissioni radio costituiscono essenzialmente del 'rumore') all'interno di una porzione di spettro dedicata così da non interferire con i sistemi di comunicazione veri e propri.

Lo sviluppo della tecnologia nel tempo ha però consentito la realizzazione, in maniera economicamente vantaggiosa, di sistemi radio-trasmittenti operanti proprio in queste bande. Tutti conosciamo il successo che ha riscosso la banda libera centrata attorno ai 2.450 MHz, particolarmente attraente per le comunicazioni a corto raggio a bassi consumi (e in aggiunta ben lontana da quelle che sono le emissioni tipicamente generate in ambito industriale, che non superano il GHz anche nel caso delle saldatrici ad arco).



Classificazione degli interferenti non intenzionali in ambito industriale (adattato da "Coexistence of Wireless Systems in Automation Technology", pubblicato da Zvei)

Inoltre, la banda ISM a 2,4 GHz è l'unica non licenziata disponibile universalmente, il che evita la necessità di creare prodotti differenziati per area di destinazione. L'affollamento che ne deriva, però, ha reso necessario l'instaurazione di uno o più meccanismi preposti a garantire la 'coesistenza' di più sistemi operanti in parallelo. Questi meccanismi sono generalmente suddivisi in due tipologie: metodi 'collaborativi' e 'non-collaborativi'.

Tecniche collaborative e non

Nel caso delle tecniche collaborative, i nodi facenti parte delle diverse reti co-locate cercano di 'lavorare insieme' per condividere nel modo più efficiente possibile le risorse (incluso lo spettro, ma non solo) disponibili. Questa metodologia può basarsi sulla definizione di un dominio di condivisione in cui ciascun dispositivo, a turno, è attivo e può trasmettere, attendendo passivamente (cioè in una modalità a basso consumo o in ascolto) per il resto del tempo consentendo agli altri dispositivi di comunicare. Metodi più avanzati assegnano generalmente un ordine di priorità alle comunicazioni, per esempio i pacchetti che trasportano dati a bassa latenza e soggetti a requisiti di tempo reale (come le acquisizioni di misura) avranno una priorità più alta rispetto ai pacchetti dei dati diagnostici. Tipicamente, i dati



con particolari requisiti temporali sono identificati in base alla sorgente che li produce (ovvero il tipo di dispositivo) o più comunemente attraverso informazioni codificate nella trasmissione stessa.

Nel caso dell'approccio non-collaborativo, i singoli nodi ignorano gli altri dispositivi e cercano di ottimizzare le prestazioni della comunicazione in quanto tale, rendendola il più possibile affidabile. In generale, i metodi non-collaborativi adottano protocolli di accesso al mezzo finalizzati alla minimizzazione delle collisioni. Essi si basano sulla capacità dei dispositivi stessi, o più in generale del sistema di comunicazione, di rilevare altri trasmettitori nelle vicinanze, determinarne le frequenze (ovvero i canali) su cui operano e stimare di conseguenza dei parametri oggettivi che forniscano un'indicazione del rapporto segnale-rumore, così da poter stimare una sorta di 'graduatoria' delle risorse disponibili (generalmente porzioni di spazio-tempo-frequenza) e utilizzare di volta in volta quelle meglio classificate. Ovviamente, affinché la soluzione non-collaborativa operi in maniera efficiente, deve anche essere in grado di elaborare rapidamente queste informazioni e di aggiornarle in modo continuo o almeno periodico/dinamico. Possono essere classificati come non-collaborativi metodi quali il salto di frequenza adattativo che, basandosi su una valutazione statistica pregressa, seleziona i canali di frequenza che vengono utilizzati di meno per la pianificazione delle trasmissioni.

A titolo esemplificativo si possono considerare le strategie adottate da standard ampiamente diffusi anche in ambito industriale come Bluetooth (IEEE 802.15.1), Wifi (IEEE 802.11) o Zigbee (basato su IEEE 802.15.4). Lo standard che ha fin da subito affrontato i problemi di coesistenza, essendo nato per trasportare un segnale audio chiaramente vincolato a requisiti di tempo reale, è proprio Bluetooth, tanto che Bluetooth SIG ha pensato di adottare una tecnologia adattativa denominata Adaptive Frequency Hopping.

Quest'ultima introduce un certo grado di intelligenza nel tradizionale processo di frequency hopping forzando l'impiego di un gruppo ridotto di canali giudicati liberi, piuttosto che tutti i 79 disponibili. In aggiunta, è previsto anche l'adeguamento della potenza di trasmissione in funzione della qualità del servizio (QoS) stimata; il ragionamento alla base di questa tecnica è il 'buon senso', poiché trasmettere dati a un livello di potenza superiore al minimo necessario per soddisfare un predeterminato livello di integrità dei dati accettabile provoca delle inutili interferenze con eventuali altri utenti. Un vantaggio del controllo della potenza adattativa consiste nella riduzione del consumo complessivo di un dispositivo.

Bluetooth, in aggiunta, può sfruttare una selezione adattiva della tipologia di pacchetto impiegato a livello fisico, ovvero sfruttando pacchetti di lunga durata (quindi più vulnerabili ma più efficienti) in presenza di pochi interferenti, o pacchetti di breve durata (perciò meno vulnerabili e meno efficienti) in un ambiente affollato.

Le soluzioni adottate da IEEE 802.11 sono simili alle tecniche precedentemente descritte per Bluetooth. È prevista la selezione dinamica dei canali che consente a un access point la rideterminazione del canale da impiegare in funzione della stima precedentemente fatta della qualità della comunicazione, per esempio si può valutare l'effetto del multipath e dell'interferenza (inter-simbolica). Inoltre, si può impiegare la frammentazione dei pacchetti adattativa, frammentando (ovvero accorciando) maggiormente i messaggi in ambienti affollati; si 'gioca' su lunghezze di pacchetto più brevi e anche sulla variazione della potenza di trasmissione.

Per quanto riguarda Zigbee (o meglio, i suoi livelli più bassi, quindi IEEE 802.15.4 che definisce la metodologia di accesso al mezzo), non esistono particolari accorgimenti per la coesistenza se non il suggerimento di un opportuno riallineamento nella scelta dei canali, così da utilizzare per esempio porzioni dello spettro sicuramente non occupate da IEEE 802.11.

La coesistenza in ambiente industriale

Se occorre operare in ambito industriale, tuttavia, può non essere sufficiente basarsi sui meccanismi che le singole soluzioni di comunicazione offrono nativamente, bensì occorre affidarsi a una loro gestione integrata. Va detto che i requisiti di comunicazione di un impianto produttivo possono essere anche molto gravosi, generalmente però sono costanti nel tempo. Oltre a ciò, le soluzioni implementate devono poter prevedere anche soluzioni di comunicazione non ancora oggi disponibili. Tutte queste considerazioni fanno propendere per una gestione della coesistenza di tipo centralizzato, come definito dalla normativa IEC62657. In questo caso, la coesistenza si basa su un quadro sempre aggiornato dello sfruttamento delle risorse, che viene utilizzato da un 'coexistence manager' al fine di minimizzare l'interferenza tra i sistemi, riallocando opportunamente le risorse.

Tutti i sistemi wireless operanti devono essere installati, identificati e dinamicamente configurati in base alle esigenze che di volta in volta si vengono a creare. Chiaramente, tutto questo implica che la gestione della coesistenza divenga via via più difficile da pianificare con il crescere del numero di sistemi wireless coesistenti, rendendo una sfida ancora tutta da risolvere la capacità di misurare e stimare in maniera rapida e tempestiva i parametri che la norma IEC62657 ha definito. Essa inoltre definisce i compiti e le responsabilità del coexistence manager, che innanzitutto deve creare dei canali di comunicazione all'interno della società; poi deve istituire un comitato

rappresentativo di tutte le divisioni aziendali che utilizzano sistemi di comunicazione senza fili; deve provvedere a un inventario delle applicazioni wireless e consentire (o rifiutare) l'installazione di nuove soluzioni. Inoltre, deve stimare i requisiti d'uso delle diverse applicazioni wireless basandosi sul supporto del comitato interno; documentare le applicazioni wireless attive nell'impianto, le decisioni del comitato interno e le strategie adottate per la gestione della coesistenza.

A causa dei continui cambiamenti a cui la tecnologia ci ha abituato, la norma prevede anche una formazione continua per il coexistence manager e, se necessario, per gli altri membri del comitato.

La gestione della coesistenza avviene per fasi, ossia:

fase di indagine - iniziata ogni volta che un nuovo sistema di comunicazione wireless deve essere installato o a seguito di aggiornamenti/modifiche di soluzioni esistenti, piuttosto che di cambiamenti dell'ambiente e più in generale a seguito dell'insorgere di problemi di coesistenza. L'indagine mira ad accertare lo stato reale delle applicazioni wireless e all'individuazione delle risorse disponibili e occupate;

fase di pianificazione - in essa il piano di allocazione delle risorse è creato o modificato sulla base di un loro inventario aggiornato;

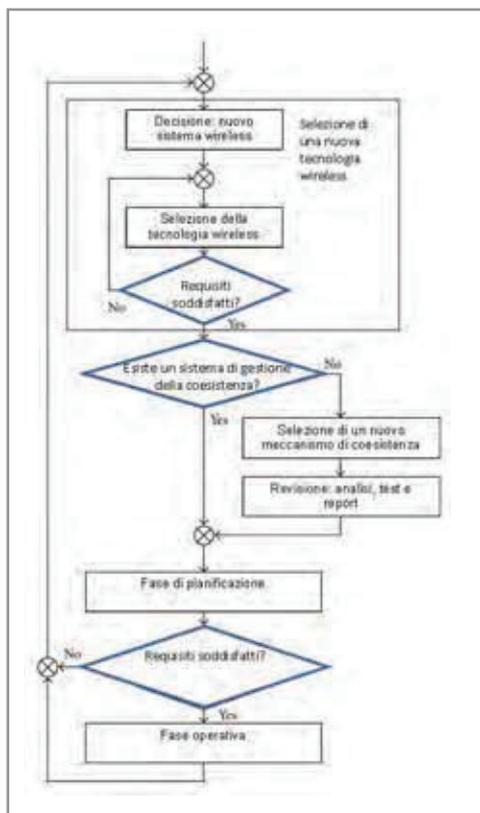
fase di attuazione - in cui le nuove soluzioni di comunicazione wireless sono installate e quelle esistenti sono riconfigurate secondo il piano di allocazione delle risorse;

fase operativa - prevede il monitoraggio continuo o quantomeno su base periodica delle condizioni operative al fine di individuare i problemi legati alla coesistenza e i cambiamenti dell'ambiente che, se vengono rilevati, portano all'avvio di una nuova fase di indagine.

Nonostante la complessità della metodologia proposta in IEC62657, solo un approccio sistematico come quello descritto permette di ottimizzare i parametri delle differenti reti di comunicazione wireless secondo i diversi requisiti sia dell'applicazione sia dell'ambiente, superando i limiti di un'analisi basata solamente sulla considerazione dei segnali in aria.

Tante questioni ancora aperte

Concludendo, la coesistenza in ambito wireless è un tema complesso spesso ignorato, che lascia ancora aperte molte questioni, a partire dalla necessità di sistemi di comunicazione sempre più robusti e capaci di sopravvivere in ambienti affollati, passando per la definizione di modelli più accurati per una corretta modellizzazione e predizione del comportamento dei sistemi reali. Tuttavia, solo risolvendo questi problemi (e gli altri che l'evoluzione tecnologica ci porrà) l'uso delle tecnologie wireless potrà efficacemente prendere piede anche in un ambito conservatore come quello dell'automazione industriale.



Le diverse fasi della gestione della coesistenza in accordo con la norma IEC62657-2