

# ZigBee BY AUREL

## INTRODUZIONE ALLA CONFIGURAZIONE DI RETE MEDIANTE MODULI AUREL

Aurel propone due moduli in grado di operare su rete standard ZigBee in maniera efficiente, sicura e con possibilità di controllo da parte del coordinatore di rete dell'integrità e funzionalità della stessa.

I due moduli **XTR-ZB1-RLI** e **XTR-ZB1-RHI** si differenziano per la potenza irradiata che passa da 1 mW a 20mW e per la sensibilità di ricezione che passa da -92 dBm a -102 dBm.

La descrizione tecnica dei due moduli è contenuta nella documentazione relativa ed avendo come sola diversità la distanza copribile (la funzionalità operativa è la stessa), la descrizione del concetto di rete viene fatta con il modello XTR-ZB1-RLI che fa riferimento tramite le ultime tre lettere al tipo (R = router), alla potenza irradiata (L = 1 mW), ed all'integrazione sul modulo dell'antenna (I = integrata)

Per una facile comprensione delle problematiche di rete sia come creazione che come gestione è disponibile un programma in Visual Basic che, utilizzando il componente OCX Aurel, dimostra il set di comandi ad alto livello con i quali la funzionalità della rete è integrabile nel programma dell'utente finale.

Questa scelta implica l'utilizzo di un PC per la creazione e gestione della rete ma questa scelta è fortemente auspicabile in quanto la possibilità di cambio automatico di canale e la visualizzazione di una diagnostica di controllo richiedono un Coordinatore presente con interfaccia verso l'utente di livello elevato.

Questa soluzione non è strettamente obbligatoria in quanto i comandi da e per il coordinatore sono di tipo stringhe ASCII e pertanto un qualsiasi microcontrollore in grado di gestire il protocollo RS232 con sufficiente potenza può sostituire il PC durante la gestione della rete. Il componente OCX Aurel consente di integrare la funzionalità di rete in programmi ad alto livello che operano su PC risultando questi svincolati dalle problematiche operative della stessa che vengono gestite a livello del componente OCX fornito.

## RETI AD ESTENSIONE LIMITATA

Si intende come rete la copertura di una zona mediante dispositivi a radiofrequenza in grado di ricevere, trasmettere, inoltrare come ponte ripetitore messaggi da e per altri punti della rete stessa.

I vari elementi attivi della rete prendono il nome di nodi e a seconda del tipo di connessione richiesta si hanno diverse tipologie disponibili.

Vengono considerate solo reti wireless a copertura limitata in grado cioè di coprire aree con raggio attorno alle centinaia di metri.

I tipi di rete più diffusi sono attualmente WiFi, Bluetooth e ZigBee che si differenziano da un punto di vista del loro pratico utilizzo.

# ZigBee BY AUREL

## Wi-Fi

Alta velocità di scambio dati. Tipicamente da 2 a 110 Mb/S

Alta complessità sia hardware che software con conseguente alto consumo

Numero nodi limitato a circa 25

Ideale per trasporto immagini, audio, video e genericamente per grandi quantità di dati fra computer

## BLUETOOTH

Media velocità di scambio dati. Tipicamente 700Kb/S max

Bassa complessità hardware e software con conseguente consumo medio/basso

Numero nodi limitato a 8 con costruzione di una rete peer to peer

Sostituisce i cavi di collegamento fra apparecchiature elettroniche che devono scambiarsi dati.

Non particolarmente previsto per funzionamento a batteria su lunghi periodi

## ZigBee

Bassa/media velocità di scambio dati. Max 250Kb/s

Bassa complessità hardware e software con conseguente consumo medio/basso

Specificatamente prevista la funzione di sleep con consumo legato al duty cycle temporale con conseguente funzionamento a batteria su lunghi periodi

Alto numero di nodi . Max 65000 dispositivi collegabili in rete

Ideale per collegamento in rete di molti dispositivi che necessitano non di canali di comunicazione a tempo continuo ma della possibilità di scambio dati solo su richiesta con configurazione Mesh

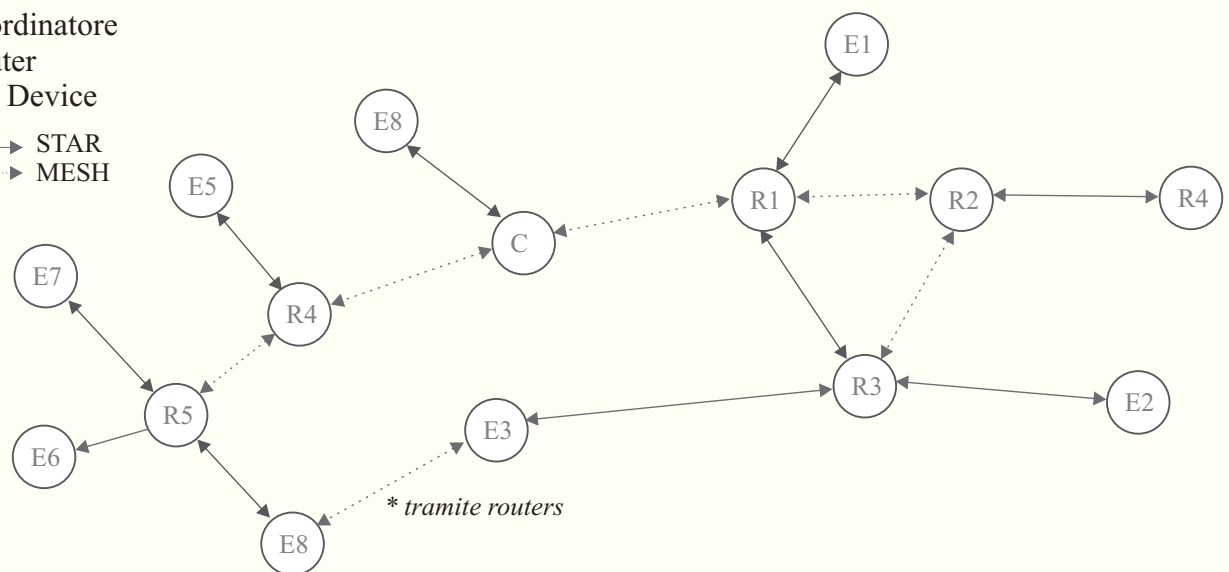
Il mondo ZigBee è particolarmente adatto in tutte quelle applicazioni ove i dispositivi interagiscono fra loro con frequenza temporale mediamente bassa (tipico caso la supervisione di fenomeni termici, meccanici, il controllo di sensori di presenza ecc) e con trasporto di non elevate quantità di dati (pacchetti di alcune centinaia di byte come ordine di grandezza).

In questo caso la rete può essere composta da centinaia se non migliaia di nodi che si possono connettere fra loro in due modi distinti : Star e Mesh

# ZigBee BY AUREL

C = Coordinatore  
R = Router  
E = End Device

←→ STAR  
←...→ MESH



Il collegamento Star presuppone la non dinamicità e pertanto è quello fra Router (o Coordinatore) e singolo End Device.

Il collegamento Mesh è di tipo dinamico nel senso che, se non già in uso, viene creato al momento ed è in grado di collegare fra loro tutti i dispositivi della rete.

La massima distanza misurata fra Routers (o Coordinatore-Router) è 6 significando che se si numera il primo dispositivo della catena con 0 l'ultimo è 5.

Ogni Router (o Coordinatore) può associare al massimo 20 dispositivi dei quali al massimo 6 possono essere Routers

Il massimo numero di dispositivi complessivo supera i 65000

Fig.1 Tipica Rete ZigBee

Un collegamento di tipo STAR è ottenuto quando un dispositivo Router (identificato dalla lettera R) o Coordinatore (identificato dalla lettera C) è collegato via radiofrequenza in maniera univoca a uno o più dispositivi EndDevice (identificati dalla lettera E). I dispositivi terminali tipo E possono pertanto scambiare dati al primo livello soltanto con il dispositivo "padre" al quale sono associati e tramite il quale possono raggiungere tutti gli altri nodi della rete. I dispositivi E possono essere posti in "sleep" limitando il loro consumo al real time clock (tipico 1  $\mu$ A) e facendoli partecipare allo scambio dati di rete solo a tempo prefissato e per il periodo minimo necessario durante il quale il consumo sale a valori tipici di circa 30 mA. Questa caratteristica rende ZigBee ideale per la remotizzazione di sensori che si connettono alla rete a cicli di tempo dei secondi con permanenza nello stato attivo per tempi dell'ordine del millisecondo con duty cycle migliori di 1/3000). E' possibile così prevedere che la durata di una batteria a bottone da 150mA/h superi un anno.

La rete consente inoltre il collegamento fra i vari dispositivi sempre alimentati (Routers e Routers - Coordinatore) presenti mediante una connessione di tipo MESH.

In questo caso il collegamento è dinamico nel senso che non è possibile mantenere nella memoria dei dispositivi traccia di tutte le possibili connessioni, per cui ZigBee ottiene il percorso richiesto in maniera dinamica quando questo è richiesto. Un efficiente sistema di ottimizzazione tiene in memoria gli ultimi 20 percorsi in uso e ciò rende ottimale l'inoltro di informazioni su di un canale già predisposto.

La massima distanza fra Router (o Coordinatore-Router) è 6 significando che la maggior distanza fisica in rete deve essere coperta con 6 tratte che però possono impiegare moduli di alta potenza portando la copertura all'interno di edifici anche nell'ordine delle centinaia di metri se necessario.

Ad ogni Router o Coordinatore possono essere associati al massimo 20 dispositivi di cui al massimo 6 possono essere Router. Questa caratteristica di rete consente di stimare il numero massimo dei dispositivi che possono essere contemporaneamente presenti e questo numero può superare il valore di 65000

# ZigBee BY AUREL

## FUNZIONALITA' DEI COMPONENTI ZIGBEE

### COORDINATORE

La rete può essere configurata e definita come parametri operativi esclusivamente da un Coordinatore che pertanto è il dispositivo con caratteristiche software più avanzate.

Per ogni rete è possibile la presenza di un solo Coordinatore che deve agire in fase di creazione con compiti di accettazione dei vari dispositivi che chiedono di associarsi. Il Coordinatore definisce il PANID che è un numero identificativo della rete in costruzione e che verrà utilizzato da tutti i membri costituenti come unico identificativo valido di appartenenza (16 bit) e il canale RF in uso.

Alla mancanza di alimentazione, come ad esempio per spegnimento dell'intera rete per fine lavoro, vengono conservate le informazioni definite durante la prima formazione per cui, se non vi sono elementi di modifica, la rete ritorna in funzione con le caratteristiche memorizzate consentendo così il funzionamento anche senza la presenza attiva di un Coordinatore essendo possibili collegamenti generici di tipo Mesh fra i dispositivi.

Se al Coordinatore sono collegati EndDevices non è possibile escluderlo in quanto si comporterà da "padre" per quei dispositivi e risulterà l'unico tramite di collegamento per il resto della rete.

Il Coordinatore può essere visto come un elemento di supervisione e controllo e in questa ottica Aurel prevede di utilizzarlo. Viene pertanto fornito un software di interfaccia con il PC (di tipo OCX inseribile come componente nel programma dell'utente) tramite il quale si potrà utilizzare il Coordinatore come punto di raccolta di tutti i dati che la rete trasporta.

In molte applicazioni la rete deve far convergere tutti i dati in un solo punto che a sua volta potrà o utilizzarli o trasportarli a livello superiore e specificatamente in questa ottica sono stati realizzati i software di supporto.

Aggiunte o eliminazioni di componenti dalla rete possono avvenire in un secondo tempo sempre con l'intervento del Coordinatore rientrando nelle stesse problematiche che si hanno alla formazione con modifica del numero dei dispositivi presenti e abilitati ad operare.

Aurel prevede una funzione di cambio automatico di canale in caso di presenza disturbi che agisce esclusivamente in presenza del Coordinatore e pertanto il tipo di rete che può essere configurata con i moduli Aurel, utilizzando la piena funzionalità, prevede la presenza dello stesso.

Le altre caratteristiche di funzionamento come possibilità di associazione e percorsi memorizzabili sono comuni al Router.

# ZigBee BY AUREL

## FUNZIONALITA' DEI COMPONENTI ZIGBEE

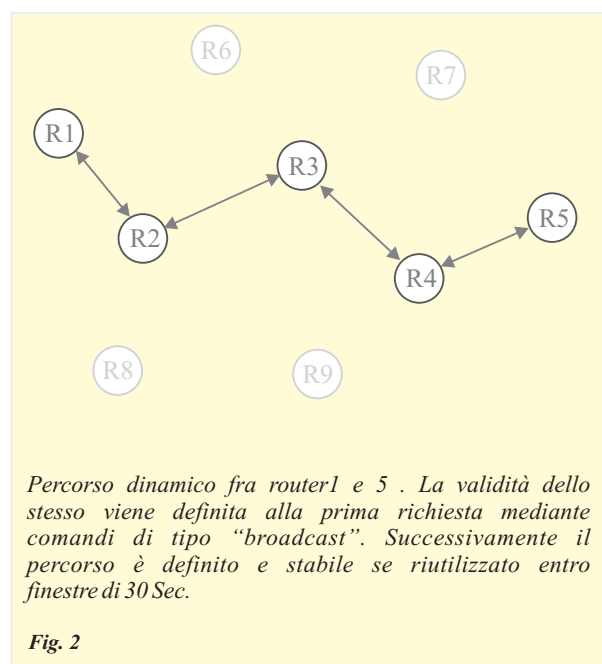
### ROUTER

Il Router è un dispositivo considerato sempre alimentato e in fase di creazione della rete gestisce l'associazione dei dispositivi che non sono direttamente raggiungibili dal Coordinatore attribuendo indirizzi short (16 bit) a tutte le connessioni che configura. Questo processo inizia dal Coordinatore che identifica tutti i Routers che raggiunge direttamente e ai quali attribuisce un indirizzo short e un campo di indirizzi che i vari Routers devono utilizzare nel seguito delle associazioni che si sviluppano in distanze via via crescenti dal punto iniziale. Il numero massimo di tratte contigue è 6 per cui se consideriamo il Coordinatore come origine, l'ultimo Router è a distanza 6 tratte RF massimo.

Il Router mantiene valide tabelle dinamiche che gli consentono di conoscere il prossimo indirizzo necessario a compiere un percorso richiesto. La richiesta iniziale di instradare un pacchetto dati verso un indirizzo sconosciuto viene risolta emettendo una richiesta in Broadcast che viene allargata da tutti gli elementi contigui fino al raggiungimento del destinatario. A questo livello l'intero percorso è noto dall'origine al termine e tutti i dispositivi implicati memorizzano i dati di propria competenza. Non è possibile memorizzare tutte le combinazioni di indirizzi presenti in rete e pertanto una tabella dinamica conserva gli ultimi 20 percorsi che sono transitati dal dispositivo.

Se non vi sono richieste oltre ai 20 percorsi memorizzati il tempo di instradamento risulterà minimo essendo conosciuti gli indirizzi di propagazione, altrimenti dovrà essere costruito in maniera dinamica un nuovo percorso.

Non essendo prevista nessuna forma di priorità fra i vari percorsi, ZigBee prevede che se un percorso è stato utilizzato negli ultimi 30Sec. esso rimanga valido anche se vi è una richiesta che non trova spazio nei 20 percorsi in memoria e che potrà essere soddisfatta solo richiedendo al momento l'instradamento dinamico con tempi di propagazione decisamente superiori. Se il tempo dei 30Sec. spira senza richieste, il nuovo richiedente occupa lo spazio del precedente nella tabella accedendo alla rete nella maniera più veloce se altri messaggi seguono il primo entro i 30 Sec di validità.

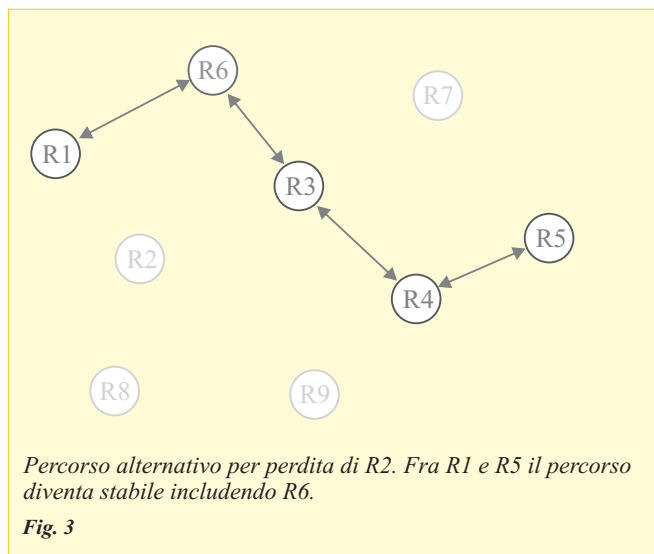


Questa tecnica consente anche di ricercare altri percorsi validi se quello noto cessa per qualsiasi motivo di essere utilizzabile.

Si supponga che parte dei Router venga spenta per qualsiasi motivo e che su di essi transitassero alcuni percorsi di instradamento. Ad una richiesta di trasporto dati non soddisfatta da parte del Router precedente il dispositivo spento, segue una richiesta in Broadcast che ricerca un altro percorso valido. Se la rete è ridondante nel senso che la distribuzione fisica dei componenti consente più di una connessione, si ricreerà un percorso che sostituisce il precedente non valido.

Il processo è irreversibile nel senso che anche se i dispositivi spenti vengono riaccesi, la rete mantiene validi gli ultimi percorsi in uso che possono però essere sostituiti in qualsiasi momento se si ricreano le condizioni dinamiche (ulteriore perdita di connessione) tali da dover ricercare ulteriori percorsi

# ZigBee BY AUREL



Questa combinazione di informazioni fisse più possibilità dinamica di operare in Broadcast quando le prime sono insufficienti o non più valide, consente di operare con collegamenti di tipo Mesh in quanto è possibile utilizzare automaticamente ogni Router come ripetitore di chiamata con formazione del percorso valido fino al raggiungimento dell'obiettivo. L'intera gestione è propria di ZigBee che rende totalmente trasparenti i meccanismi complessi di propagazione non prevedendo in maniera esplicita di rendere disponibile il percorso in utilizzo considerandolo un elemento modificabile e non da considerare statico.

Dovendo definire gli elementi di rete il nome Router viene sostituito come equivalente da “nodo” nel senso che le possibilità di inoltro intelligente sono affidate in rete ai nodi

## END DEVICE

Questo dispositivo ha come caratteristica la possibilità di rimanere in stato di sleep per un tempo programmabile, minimizzando i consumi. L'applicazione tipica è pertanto quella ove venga prevista l'alimentazione a batteria anche di piccola capacità essendo possibile operare con duty cycle molto bassi se la quantità di dati è limitata a poche decine di byte come nel caso della sensoristica in generale.

Non sono previste le funzionalità del router e pertanto non vi sono altri dispositivi associati all' End Device mentre deve essere presente un collegamento con un router (o direttamente Coordinatore) che assume il ruolo di “padre” e che funge da tramite da e per il resto della rete.

La perdita del collegamento per qualsiasi motivo fa entrare il dispositivo nello stato di “orfano” dal quale cerca di uscire mediante nuova associazione con un componente router o coordinatore della rete. Il dispositivo “padre” assume anche la funzione di deposito dei messaggi da e per un EndDevice in quanto è possibile parcheggiare un pacchetto dati in attesa del suo risveglio in modo da consentire nel minor tempo possibile uno scambio dati con un solo riconoscimento di validità da parte del “padre” non attendendo che il pacchetto in transito percorra tutta la rete fino all'effettivo destinatario.

Durante il successivo scambio verrà inoltrata anche (se richiesta) una informazione sull'effettivo inoltro del pacchetto precedente.

Il pacchetto spedito dall'EndDevice può raggiungere qualsiasi altro punto della rete utilizzando la tecnica Mesh tramite il dispositivo “padre” al quale il pacchetto è affidato.

# ZigBee BY AUREL

## CRITERI PER LA FORMAZIONE E GESTIONE DELLA RETE

### RETE GENERALE SENZA VINCOLI INIZIALI

Se la rete che si vuole costituire è del tutto generica nel senso che non si sa a priori in che misura conterrà dispositivi di tipo Router ed End Device sia come distribuzione che come numero conviene procedere mediante i seguenti punti.

1) Si distribuiscono tutti i nodi noti da un punto di vista topologico coprendo cioè l'area di utilizzo rete con gli apparati che dovranno essere connessi.

Se siamo in presenza ad esempio della necessità di connettere tutte le attrezzature di una palestra o tutte le macchine automatiche all'interno di un capannone industriale si occupano gli spazi fisici propri degli apparati in termini di densità e distanza reciproca

2) Si verifica che la distribuzione ottenuta possa avere copertura RF sui percorsi più lunghi (ad esempio verificando che le tratte non superino i 10 o 20m in interno) e si pianifica di utilizzare i moduli a maggior potenza se si devono coprire o distanze elevate o superare ostacoli tipo pareti, pavimenti, soffitti

3) Si definiscono gli eventuali End Devices se vi sono esigenze di alimentazioni a batteria

4) Si definiscono i Routers che devono fungere da “padre” per gli End Devices

Questi Routers possono essere altri dispositivi presenti con funzioni specifiche di raccolta dati su di un apparato, oppure possono essere esclusivamente dedicati alla raccolta e inoltro dei dispositivi “figlio” a loro associati

5) Si valuta la ridondanza che si è ottenuta con tutti i Routers presenti da un punto di vista della possibilità di avere percorsi multipli in grado di inoltrare i dati. In pratica si dovrebbe verificare se la copertura ottenuta con la distribuzione degli apparati da controllare consente più di un percorso verso le estremità della rete. Se si è in presenza di percorsi sostenuti soltanto dalla sequenza di un dispositivo alla volta, in caso di perdita di un elemento intermedio non sarà più possibile raggiungere l'estremità della catena mancando un possibile percorso alternativo.

6) Si aggiungono Routers se si ritiene di dover aumentare la ridondanza dei percorsi al solo scopo di fornire alla rete più di una possibilità di inoltro.

Il criterio di formazione rete descritto può essere perfezionato in larga misura durante il primo avviamento della rete stessa in quanto il software fornito consentirà di individuare tutti gli elementi che risultano accessibili via RF e di valutarne la qualità di collegamento tramite un punteggio che viene associato ad ogni dispositivo. Comunque una stima di come la disposizione fisica della rete risulterà è sicuramente utile per poter prevedere almeno grossolanamente di quanti ulteriori elementi di supporto si possa necessitare. La rete non è assolutamente vincolante dal punto di vista di numero di componenti presenti per cui tramite il Coordinatore si può modificare la struttura in ogni momento si renda necessario

# ZigBee BY AUREL

## CRITERI PER LA FORMAZIONE E GESTIONE DELLA RETE

### RETE CON COMPONENTI SEMPRE ALIMENTATI

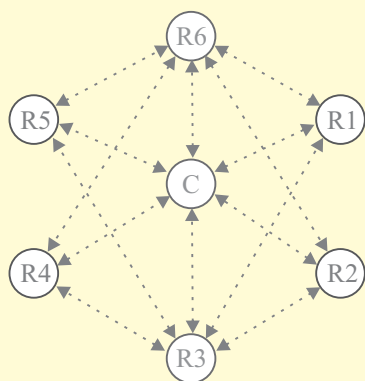
Nel caso tutti i componenti della rete siano sempre alimentati come nel caso di supervisione di macchine industriali è possibile utilizzare solo il componente di tipo Router .

Ciò comporta che il collegamento fra i vari nodi avviene sempre al massimo della efficienza contenendo i vari nodi tabelle dinamiche di instradamento che vengono aggiornate in base all'ultimo percorso configurato. Tutti i dispositivi sono contemporaneamente punti di ingresso e uscita dati e punti di supporto per l'instradamento verso altri dispositivi fornendo così la massima ridondanza al sistema.

La verifica della ridondanza può essere effettuata spegnendo selettivamente i vari nodi e verificando che il percorso verso le estremità della rete sia conservato.

Un caso particolare si pone quando si richiede alla rete di operare alla massima velocità di scambio dati non disponendo di nessuna possibilità deterministica di calcolo del tempo di percorrenza . E' però possibile , se si riesce a contenere il numero dei percorsi che transitano per ciascun nodo a 20, ad utilizzare la tabella dinamica di instradamento al meglio in quanto, dopo la prima volta di richiesta percorso, questo rimane in memoria consentendo la massima velocità di trasporto.

Non è possibile avere un tempo del tutto definito in quanto eventuali errori sulla RF comporteranno tentativi multipli ma si otterrà comunque la condizione migliore di operatività della rete. Il numero di 20 percorsi memorizzati in ogni nodo è ragionevolmente elevato per reti che sono composte da 30-40 nodi mentre potrebbe essere piccolo in presenza di attività di tipo Mesh su reti con centinaia di nodi.



*Connessioni dinamiche Mesh in una rete di soli routers.  
La validità dei percorsi è statica se riutilizzata entro 30 sec.*

**Fig. 4**

Tutte le connessioni sono possibili anche se in figura ne sono evidenziate solo alcune.

Non potendo utilizzare la rete con la certezza temporale del trasporto dati si rende problematico l'inoltro di segnali tipo emergenza o allarme che possono richiedere obbligatoriamente un tempo massimo per essere resi operativi.

Tutte le reti operano con concetti probabilistici piuttosto che deterministici nel senso che si reputa prioritario il trasporto della informazione a scapito della certezza del tempo di intervento. L'attività ciclica della rete descritta più avanti può però rappresentare una soluzione alla necessità di determinismo facendo circoscrivere gli eventi entro confini di tempo definiti.

# ZigBee BY AUREL

## CRITERI PER LA FORMAZIONE E GESTIONE DELLA RETE

### FORMAZIONE RETE COME “PRIMA VOLTA”

Il funzionamento della rete una volta che questa è operativa è definito dai parametri di creazione che vengono memorizzati in maniera non volatile dai vari componenti. E' pertanto necessario prevedere una “prima volta” durante la quale la rete assumerà le caratteristiche definitive.

Sono previste pertanto 3 modalità di reset dei dispositivi: la prima consente semplicemente di ripartire ad ogni riaccensione utilizzando i parametri non volatili, la seconda (Half Reset) consente di cancellare tutti i parametri della rete ad eccezione del PAN ID e di permettere la riassociazione alla stessa rete, la terza (Full Reset) consente di cancellare tutti i parametri e di permettere la creazione di una rete diversa con PAN ID riassegnato in fase di associazione.

La rete che si vuole formare come “prima volta” dovrà essere conosciuta a priori come elementi costitutivi volendo poter associare solo quegli elementi che sono riconosciuti come appartenenti alla nascente rete e non, ad esempio, appartenenti a reti limitrofe. ZigBee impone al livello più basso di comunicazione che tutti i dispositivi presenti debbano essere riconoscibili indipendentemente dal costruttore e applicazione per cui è necessario poter decidere se la rete in formazione comprende solo ed esclusivamente i componenti attesi.

Si può procedere in 2 modi per l'inserimento di elementi nuovi utilizzando il software in dotazione:

1) si conoscono tutti i MACaddress dei componenti che vogliamo utilizzare e li si trascrivono su PC ove viene creato un data base che il Coordinatore utilizzerà

2) si accendono in sequenza tutti i dispositivi verificando sul PC che ad ogni accensione corrisponda il riconoscimento di un nuovo indirizzo MAC.

La seconda tecnica è notevolmente più efficiente della prima e consente anche di verificare che ogni dispositivo aggiunto si identifichi con la funzione alla quale è preposto. Si prenda ad esempio il caso in cui si vogliono aggiungere alla rete 3 dispositivi con le seguenti funzioni: “Macchina operatrice 1”, “Macchina operatrice 2”, “Macchina operatrice 3”. Se i dispositivi sono installati fisicamente sulle 3 macchine, all'accensione sequenziale sarà possibile definire sul data base l'associazione MAC (che viene evidenziato al riconoscimento) con il nome proprio su cui il dispositivo opera (esempio Macchina 1). Il programma fornito come demo su PC consente questa attribuzione per cui alla configurazione della rete segue automaticamente la creazione di un data base con i nomi simbolici che vogliamo attribuire ai vari componenti semplicemente introducendoli da tastiera man mano che gli elementi si presentano in sequenza.

Una volta che tutti i dispositivi della rete sono presenti è possibile porre il coordinatore in funzione “LOCK”



*Accensione sequenziale dei router per identificazione degli stessi. Il numero progressivo corrisponde a distanze crescenti. L'accensione sequenziale avviene così per numeri crescenti.*

Fig. 5

Il software demo consente di visualizzare lo stato dell'intera rete sia come attribuzione dei nomi logici dei dispositivi che come stato degli stessi utilizzando la funzione ciclica esposta di seguito come elemento di verifica della possibilità di raggiungere tutti i nodi costituenti la rete.

# ZigBee BY AUREL

## CRITERI PER LA FORMAZIONE E GESTIONE DELLA RETE

### RICERCA AUTOMATICA DI UN CANALE RF LIBERO IN PRESENZA DI DISTURBI

Durante la creazione della rete il Coordinatore assegna un canale RF su cui operare valutando la relativa libertà dello stesso da altre emissioni RF sia di reti ZigBee che dovute a generici disturbi.

Tutti i nodi che costituiscono la rete si associano avendo avuto conferma dal Coordinatore di una corretta attività.

I vari nodi ricercano a tentativi il canale RF sul quale è posto il Coordinatore che è l'unico dispositivo con facoltà di modifica del canale stesso.

Se il programma applicativo che gestisce il Coordinatore rileva la perdita di tutta o parte della rete tramite una attività ciclica preposta allo scopo, può decidere di modificare il canale su cui si opera.

Viene inviato al Coordinatore il comando di cambio canale impedendo a tutti i nodi collegati di poter mantenere a loro volta una attività ciclica di “keep alive” con il Coordinatore e questa perdita di collegamento può essere utilizzata in automatico per forzare la ricostruzione dell'intera rete. La base di tempo per decidere il non funzionamento della rete è di 120 sec. spirati i quali i nodi ricercano una nuova associazione che avverrà sul canale libero deciso dal Coordinatore.

Il tipo di reset sui nodi è di tipo Half, cancellando i precedenti dati ad eccezione del PAN ID e forzando pertanto una riassociazione alla stessa rete.

La rete viene così ricreata a livello automatico su di un canale libero scelto dal Coordinatore e riprende ad operare in maniera autonoma. Questa possibilità di salto di canale RF in presenza di disturbi è forzata mediante comando al Coordinatore che da origine all'intera sequenza solo se i nodi hanno la funzione di reset automatico abilitata. Poiché l'operazione di riconfigurazione è comunque di vari minuti è a discrezione del gestore di rete se lasciare o meno attivo il meccanismo automatico di reset dei nodi.

Come default tutti i nodi non hanno la funzione di reset attivata e pertanto, se si vuole che i nodi tentino di associarsi in maniera automatica, detta funzione va abilitata tramite comando inviato dal Coordinatore. Una riaccensione hardware riporta i nodi nella condizione precedente allo spegnimento.

Sostanzialmente il cambio di canale avviene decidendo a discrezione dal supervisore di cambiare il canale RF su cui si opera e lasciando attiva la funzione di reset sui nodi. In questo caso se non si dà al Coordinatore il comando di cambio canale, tutti i Routers potranno anche resettarsi se non riescono a mantenere una attività ciclica, ma si riconfigureranno sempre sullo stesso canale RF.

La possibilità di escludere sui nodi la funzione di reset automatico rende eventualmente la rete totalmente statica da un punto di vista del canale RF in uso.

# ZigBee BY AUREL

## CRITERI PER LA FORMAZIONE E GESTIONE DELLA RETE

### ATTIVITA' CICLICA

Per sua natura una rete ZigBee è normalmente in stato latente attivandosi solo se vi è richiesta di un passaggio di dati da un punto all'altro.

Sulla rete Aurel sono possibili 2 attività pianificate a tempo e pertanto cicliche: una prima di tipo trasparente all'utente operante sui vari nodi mantiene in vita il tessuto connettivo dell'intera rete e riesce entro 120-200 sec a rigenerare in automatico una nuova rete se viene richiesto da parte del Coordinatore il cambio canale, una seconda ottenuta tramite il software di alto livello operante su PC consente di verificare la presenza di specifici nodi della rete entro tempi definiti dall'utente.

Se ad esempio instauriamo una attività ciclica ogni 100mSec. fra Coordinatore e vari nodi di rete, avremo la certezza dell'integrità dei percorsi selezionati entro il tempo richiesto con possibilità di porre in allarme il sistema se detta attività viene a mancare.

Lo spegnimento di un nodo facente parte dell'attività ciclica può pertanto essere evidenziato in un tempo deterministico e questo evento può essere utilizzato per intervenire prima che un pacchetto dati fondamentale venga inoltrato.

Si può così forzare la rete a mantenere attivi entro i 30 secondi massimi i percorsi che si reputano a massima priorità facendo operare il sistema al massimo del determinismo possibile. Sostanzialmente non si può garantire un tempo minimo ma si riesce a determinare un tempo massimo oltre il quale si possono prendere provvedimenti che vanno dalla semplice segnalazione ad un allarme hardware vero e proprio in caso di necessità.

Le due attività cicliche descritte sono fra di loro indipendenti e operano a 2 livelli diversi. La prima opera in maniera trasparente all'utente quando sui nodi viene attivato il reset automatico, mentre la seconda è una utilità operante ad alto livello facente parte di un programma applicativo dell'utente.

La prima attività ciclica è propria del sistema e non controllabile se non per l'attivazione, la seconda è una utilità che viene proposta per avere un monitoraggio dell'efficienza e la possibilità di disporre di eventi a tempi con verifica dei tempi di attuazione