

# ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902069675A1

Publication Date

20140118

Applicant

PARADOX ENGINEERING SA

Title

NODO PER UNA RETE 6LOWPAN

## **DESCRIZIONE**

### Campo di applicazione

La presente invenzione si riferisce ad un nodo per una rete wireless o per una rete 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless  
5 Personal Area Networks) comprendente un modulo di ricezione radio per ricevere su un predeterminato canale radio associato alla rete. In particolare, l'invenzione si riferisce ad un nodo del tipo sopra citato, programmato per alternare periodi di inattività, in cui il nodo è disconnesso dalla rete per risparmio energetico, a periodi di attività in  
10 cui il nodo è connesso alla rete.

La presente invenzione si riferisce anche ad un metodo di attivazione di un nodo del tipo sopra citato.

### Arte nota

Come noto, un nodo per una rete wireless o per una rete  
15 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) è un dispositivo elettronico di dimensioni ridotte, programmato per effettuare comunicazioni radio a basso consumo energetico. Il nodo è utilizzato in svariati ambiti applicativi, ad esempio nel settore dell'automazione industriale, della domotica ma anche in svariate applicazioni in cui è  
20 necessario o vantaggioso controllare a distanza un apparato meccanico, elettronico o idraulico, ad esempio un contatore della corrente o dell'acqua, effettuandone interrogazioni per la verifica di un corretto funzionamento o per la lettura dei dati.

Il nodo della rete è particolarmente vantaggioso poiché la sua  
25 comunicazione con altri nodi nella rete non richiede cablaggi e quindi,

dopo essere stato installato sull'apparato da controllare, è sostanzialmente pronto per ricevere e trasmettere, la qual cosa consente un controllo remoto dell'apparato.

Si pensi, solo a scopo esemplificativo, al vantaggio di installare  
5 un siffatto nodo sui contatori del gas sparsi sul territorio, sostanzialmente presso ogni edificio abitato: una volta che il nodo è installato ed accoppiato ad un contatore del gas, è possibile leggere il valore del contatore interrogando il nodo, ad esempio tramite un concentratore della rete 6LowPan, situato vicino nel raggio di copertura  
10 del nodo e a sua volta connesso nella rete Internet.

I nodi delle reti wireless ed in particolari delle reti 6LowPan si adattano particolarmente bene a questo tipo di applicazioni in cui la comunicazione consiste nello scambio di dati di limitate dimensioni, ad esempio alla trasmissione di un contatore, e non è particolarmente  
15 frequente, la qual cosa consente di alimentare un nodo con una piccola batteria portatile.

D'altra, perché i nodi siano effettivamente vantaggiosi, è necessario che siano autonomi elettricamente per lunghi periodi di tempo, evitando così frequenti interventi sul posto per la sostituzione  
20 delle batterie di alimentazione.

Il problema del basso consumo energetico ha già fatto pensare ad alcune soluzioni che prevedono di escludere o disconnettere il nodo dalla rete nei periodi di inattività. Ad esempio, se un apparato, come il contatore del gas, deve essere interrogato ad intervalli di tempo  
25 prestabiliti, ad esempio una volta all'anno, è programmato perché entri

nella 6 LowPan solo in tali intervalli stabiliti.

A tal proposito, i nodi noti delle reti 6LowPan hanno un duty cycle, cioè una percentuale di tempo di attività utile rispetto al tempo totale considerato, pari a circa il 4%, considerando ad esempio un  
5 intervallo o tempo T di inattività o disconnessione dalla rete pari a 2,2 secondi ed una durata di attività di 80 Millisecondi per effettuare la connessione alla rete e scambiare i dati, come schematicamente rappresentato in figura 1.

Questa soluzione tuttavia soffre del notevole svantaggio che,  
10 essendo il nodo fuori dalla rete per tutta la durata dell'intervallo predefinito T, ed entrando in rete solo in modo schedulato o programmato, risulta sostanzialmente irraggiungibile per tutta la durata dell'intervallo T, ad esempio per 2,2 secondi, la qual cosa impedisce di interrogare il nodo o fare controlli non schedulati o  
15 programmati, da una stazione remota.

D'altra parte, la soluzione di connettere il nodo alla rete più volte nell'intervallo di tempo prestabilito T aumenta il suo consumo energetico, specialmente se si considera che la connessione comprende una procedura di ricerca della rete, di contrattazione ed ottenimento di  
20 un indirizzo IP, di sincronizzazione con gli altri nodi della rete, anche quando tale connessione alla rete non è seguita effettivamente da uno scambio di dati. A tale proposito, i nodi noti sopra citati, con duty cycle del 4%, hanno un'autonomia media di 1,5 anni e ridurre l'intervallo o tempo di inattività secondo le tecniche note ne ridurrebbe anche  
25 l'autonomia, al di sotto dell'anno solare.

Inoltre, i nodi noti limitano anche la numerosità della rete cioè dei nodi collegabili ad essa. Infatti, nelle reti 6LowPan è previsto che almeno un nodo coordinatore o gateway trasmetta sul canale radio un segnale, generalmente sotto forma di uno o più pacchetti dati, che viene  
5 utilizzato dai nodi di una stessa rete 6LowPan per effettuare una sincronizzazione. Tuttavia, in un intervallo o tempo di attività di 80 Millisecondi, nel quale è anche necessario effettuare le procedure di connessione alla rete, è possibile ricevere tra i 4 e i 6 pacchetti di dati per la sincronizzazione, la qual cosa limita il numero di nodi della rete e  
10 cioè la numerosità della rete a circa 20 nodi. In altre parole, l'impostazione di un duty cycle del 4% come nell'arte nota, non solo isola il nodo più a lungo ma limita anche la numerosità della rete, avendo un inevitabile impatto sulle applicazioni che si possono implementare tramite nodi 6LowPan.

15 Il problema tecnico che sta alla base della presente invenzione è quello di escogitare un nodo di una rete wireless o 6 LowPan con un ridotto consumo energetico rispetto ai nodi noti ma allo stesso tempo in grado di entrare più frequentemente nella rete 6LowPan, per poter comunicare in ricezione o in trasmissione con gli altri nodi più  
20 frequentemente, senza tuttavia incrementare il consumo elettrico, risolvendo quindi le limitazioni e gli inconvenienti che tutt'ora affliggono i nodi noti.

#### Sommario dell'invenzione

L'idea di soluzione alla base della presente invenzione è quella  
25 di ottenere un prolungamento dell'autonomia elettrica di un nodo di

una rete wireless, ed in particolare di una rete 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks), non solo mantenendo il nodo fuori dalla rete durante i periodi di inattività ma anche disattivando il nodo elettricamente, sostanzialmente spegnendo tutte le sue  
5 componenti per la connettività di rete, eccetto un timer, fino all'identificazione di un segnale radio destinato al nodo.

In particolare, l'idea consiste nell'incorporare un timer, preferibilmente hardware, ed un modulo di ricezione radio nel nodo, dove il timer attiva solo il modulo di ricezione radio tra intervalli di  
10 tempo prestabiliti, ed il modulo è immediatamente disattivato elettricamente se non identifica alcun segnale radio ad esso indirizzato, senza che il nodo sia connesso alla rete. Viceversa, se il modulo di ricezione radio identifica il segnale radio ad esso indirizzato, il nodo effettua le procedure di connessione alla rete, i.e. entra nella rete  
15 wireless o 6LoWPAN, per la comunicazione.

Vantaggiosamente, se il nodo è interessato solo raramente dal traffico di rete, il suo consumo energetico è molto limitato, sostanzialmente all'attivazione ad intervalli prestabiliti del modulo di ricezione radio ed al consumo energetico del timer, senza mai accedere  
20 alla rete. In funzione al tipo di applicazione gestita dal nodo, è possibile impostare intervalli prolungati di tempo tra attivazioni successive del modulo radio. Inoltre, se il modulo radio non identifica un segnale ad esso indirizzato, è disattivato, senza cioè comportare un dispendio di energia per connettere il nodo nella rete wireless o 6LoWPAN, la qual  
25 cosa comporterebbe una pluralità di operazioni, come la contrattazione

e l'ottenimento di un indirizzo di rete, e la sincronizzazione con gli altri nodi, dispendiose elettricamente.

Per applicazioni in cui la presenza del nodo in rete è richiesta una volta per ogni intervallo di tempo  $T$ , ad esempio una volta all'anno, è possibile attivare il modulo di ricezione radio tra intervalli di tempo  $T_1 < T$ , per una durata massima prestabilita di attivazione  $t'$ . Secondo la presente invenzione, è possibile vantaggiosamente attivare il modulo di ricezione radio più frequentemente, ad esempio ogni mese o  $n$  volte nell'intervallo  $T$ , la qual cosa consente di interrogare il nodo ma connettendolo alla rete solo quando necessario, senza dover aspettare il trascorrere dell'intero intervallo  $T$ . Tutto ciò comporta un limitato dispendio energetico poiché, se il modulo di ricezione radio non identifica alcun segnale ad esso indirizzato in una qualsiasi delle  $n$  interrogazioni, è disattivato immediatamente, senza connessioni alla rete 6LowPan.

Secondo questa idea di soluzione, il problema tecnico sopra esposto è risolto anche da un nodo per una rete wireless, preferibilmente una rete 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks), comprendente un modulo di ricezione radio ed un timer per l'attivazione del modulo di ricezione radio tra intervalli di tempo predefiniti  $T_1$ , il nodo essendo programmato per entrare nella rete 6LoWPAN solo se il modulo di ricezione radio riceve un segnale indirizzato al nodo.

In altre parole, solo il timer è alimentato nei periodi di inattività del modulo di ricezione radio; inoltre, solo il timer ed il modulo

di ricezione radio sono alimentati durante la ricerca del segnale radio sul canale radio predefinito, e le altre componenti elettriche del nodo sono disattivate.

In un aspetto della presente invenzione, è previsto che il  
5 modulo radio di ciascun nodo sia identificabile da un numero univoco e  
distintivo del nodo e che il segnale radio comprenda tale numero  
distintivo. In una forma di realizzazione, il numero distintivo è associato  
ad un indirizzo IP del nodo, quest'ultimo non essendo tuttavia  
inizializzato all'interno della rete fino a quando il modulo di ricezione  
10 radio non è attivato ed identifica l'IP nel segnale radio.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il nodo è dotato di  
un'alimentazione autonoma, che alimenta sia il timer, sia il modulo di  
ricezione radio, sia le altre componenti elettriche del nodo. In una forma  
preferita di realizzazione, particolarmente conveniente quanto il nodo è  
15 installato in ambiente luminoso, l'alimentazione autonoma comprende o  
è connessa ad un pannello fotovoltaico per la ricarica. Tale  
alimentazione autonoma è ad esempio una batteria, preferibilmente  
ricaricabile.

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il modulo di  
20 ricezione radio controlla la presenza del segnale radio ad esso  
indirizzato, anche indicato come messaggio di WOR, su un canale radio  
predefinito, la qual cosa riduce il tempo di attivazione del modulo radio,  
poiché non è necessaria la scansione di una banda comprendente più  
canali radio per l'identificazione del segnale ma la sola la lettura del  
25 canale radio predefinito.



Preferibilmente, il modulo di ricezione radio è immediatamente disattivato se non rileva alcun segnale sul canale radio predefinito. La disattivazione è molto rapida poiché è sufficiente controllare se il canale è vuoto. In tal caso, il tempo di attivazione del modulo radio è  
5 sostanzialmente inferiore alla durata massima prestabilita di attivazione  $t'$ .

Secondo un altro aspetto dell'invenzione, il modulo di ricezione radio legge un pacchetto di dati se rileva un segnale sul canale radio predefinito ed è comunque immediatamente disattivato se il  
10 pacchetto di dati non comprende l'indirizzo del nodo. Il tempo di attivazione è ridotto poiché è sufficiente rilevare che nel canale utilizzato per l'invio del segnale, non c'è un pacchetto di dati indirizzato al nodo. Anche in questo caso, il tempo di attivazione del modulo radio è sostanzialmente inferiore alla durata massima prestabilita di attivazione  
15  $t'$ .

Viceversa, se il modulo di ricezione radio legge un pacchetto di dati indirizzato al nodo, altre componenti elettriche, i.e. le componenti per la connettività di rete del nodo, sono alimentate elettricamente per effettuare una procedura di sincronizzazione con altri nodi della rete  
20 6LoWPAN o con un gateway, per la connessione alla rete e la successiva comunicazione, in ricezione o trasmissione. E' previsto che la durata massima prestabilita di attivazione  $t'$  sia sufficiente a consentire al modulo di ricezione radio di ricevere completamente il segnale radio, i.e. il messaggio di WOR, e di effettuare la completa decodifica del pacchetto  
25 di dati, verificando se il messaggio di WOR sia effettivamente indirizzato

al nodo. In questo caso, e cioè solo se il modulo di ricezione radio identifica un messaggio di WOR o segnale radio specificamente indirizzato al nodo, le altre componenti elettriche del nodo sono attivate, per l'ingresso del nodo nella rete wireless o 6LowPan. Secondo l'idea di  
5 soluzione sopra esposta, il problema tecnico è risolto anche da un metodo di attivazione di un nodo in una rete 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) comprendete la fase di conteggiare intervalli di tempo predefiniti T1 tramite un timer del nodo e la fase di attivare un modulo di ricezione radio del nodo tra gli intervalli  
10 di tempo predefiniti, il metodo comprendendo la fase di connettere il nodo alla rete 6LoWPAN solo se il suo modulo di ricezione radio riceve un segnale ad esso specificamente indirizzato.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del nodo e del suo metodo di attivazione in una rete wireless o 6LowPan secondo la presente  
15 invenzione risulteranno evidente dalla descrizione che segue di un suo esempio di realizzazione, dato a solo scopo illustrativo e non limitativo con riferimento ai disegni allegati.

#### Breve descrizione dei disegni

La figura 1 rappresenta schematicamente una rete 6LowPan  
20 comprendente una pluralità di nodi, secondo l'arte nota.

La figura 2 è un grafico che rappresenta gli assorbimenti della corrente di un nodo della rete 6LowPan della figura 1, in funzione del tempo.

La figura 3 è una rappresentazione schematica del nodo,  
25 secondo la presente invenzione.

La figura 4 è un grafico che rappresenta gli assorbimenti della corrente del nodo della figura 3 in una rete 6LowPan, in funzione del tempo.

Descrizione dettagliata

5           Con riferimento alla figura 3 è schematicamente rappresentato un nodo 1 di una rete wireless secondo la presente invenzione, e preferibilmente di una rete 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks). Il nodo incorpora un modulo di ricezione radio 2 o modulo radio 2 ed un timer 3 per l'attivazione del modulo radio 2 tra  
10 intervalli di tempo predefiniti T1, ed è programmato per entrare nella rete 6LoWPAN solo se il modulo radio 2 riceve un segnale indirizzato al nodo.

Tra gli intervalli predefiniti T1, il modulo radio è attivato per una durata massima prestabilita  $t'$ , sufficiente a controllare la presenza  
15 di uno o più segnali radio su un canale radio predefinito e, qualora presenti, per verificare se tali segnali radio sono indirizzati al modulo di ricezione. La durata massima prestabilita di attivazione  $t'$  del modulo radio è inferiore al tempo impiegato dal nodo per entrare nella rete 6LowPan ed è notevolmente inferiore quando il canale radio è vuoto.

20           Vantaggiosamente, se il modulo radio 2 non intercetta alcun segnale radio indirizzato al nodo, il nodo non effettua alcuna procedura di connessione alla rete, la qual cosa consente di risparmiare nel consumo energetico e prolungare notevolmente l'autonomia elettrica del nodo. A tal proposito, il richiedente ha osservato che la ricerca di un  
25 segnale radio indirizzato al nodo è molto più veloce ed elettricamente

meno dispendiosa della connessione del nodo alla rete, la qual cosa comprende la ricerca della rete 6LowPan, la contrattazione e l'ottenimento di un indirizzo di rete e la sincronizzazione con gli altri nodi della rete.

5           Vantaggiosamente, il duty cycle del nodo secondo la presente invenzione, cioè la percentuale di attività utile rispetto al tempo considerato, è molto maggiore del duty cycle di un nodo secondo l'arte nota.

          E' previsto che il congruo risparmio energetico, ottenuto  
10 evitando di connettere il nodo alla rete in assenza del segnale radio indirizzato al modulo radio, sia almeno in parte utilizzato per aumentare il tempo di permanenza o connessione del nodo nella rete dopo che tale segnale radio è effettivamente ricevuto, ad esempio per un intervallo di tempo superiore rispetto agli 80 Millisecondi di attività dei nodi noti,  
15 tale intervallo prolungato consentendo di ricevere e trasmettere un maggior numero di pacchetti di dati sulla rete 6LowPan. Il nodo programmato per rimanere connesso in modo prolungato alla rete, a valle di un'identificazione da parte del modulo radio del segnale ad esso indirizzato, consente di aumentare la numerosità dei nodi della rete, che  
20 è proporzionale al numero di pacchetti di dati scambiabili durante il periodo di connessione del nodo alla rete. Così, pur aumentando l'autonomia di rete dei singoli nodi rispetto all'autonomia di 1,5 anni dei nodi noti, secondo la presente invenzione è possibile aumentare anche la numerosità dei nodi della rete 6LowPan mantenendo le condizioni di  
25 duty cycle e basso consumo fino a 50 nodi per concentratore o gateway.

Secondo la presente invenzione, il timer può avere durate ridotte, limitando il periodo di irraggiungibilità del nodo e consentendo delle interrogazioni più frequenti. Vantaggiosamente, pur avendo un'autonomia superiore ai nodi noti, ad esempio superiore a 1,5 anni, il  
5 modulo radio secondo la presente invenzione può controllare una richiesta di accesso alla rete molto più frequentemente dei nodi noti, consentendo così di gestire svariati tipi di applicazioni in cui la durata dell'autonomia elettrica è meno critica rispetto al tempo di risposta.

Secondo un aspetto della presente invenzione il nodo ha  
10 sostanzialmente tre modalità di funzionamento: una prima modalità in cui tutte le componenti elettriche tranne il timer sono spente, una seconda modalità in cui solo il modulo radio ed il timer sono accesi ed una terza modalità in cui tutto il nodo è acceso. Per alcune applicazioni in cui il nodo deve comunicare in rete molto raramente, ad esempio una  
15 volta all'anno, caratterizzate da un periodo prolungato di disattivazione delle componenti elettriche del nodo, è possibile impostare un timer più breve, ad esempio di un mese, consentendo così di attivare le componenti elettriche del nodo e connettere il nodo alla rete, pur senza aumentare il consumo.

20 Sostanzialmente, il timer attiva il modulo di ricezione per effettuare un controllo della presenza del segnale indirizzato al nodo, di seguito anche indicato come messaggio di WOR (Wake up On Radio), per il risveglio del nodo.

Il timer è impostato a  $T1$  secondi, ad esempio  $T1=20$ . Ogni  $T1$   
25 secondi, e per una durata massima prestabilita di attivazione  $t'$ , ad

esempio 1,5 millisecondi, il modulo di ricezione radio è attivato per la ricezione di un messaggio di WOR eventualmente presente sul canale radio, tale messaggio comprendendo una specifica sequenza di informazioni associate ad almeno un nodo della rete.

5 Vantaggiosamente, secondo il metodo della presente invenzione, non è richiesta una sincronizzazione dei moduli di ricezione radio dei vari nodi, per la ricezione del messaggio di WOR.

A tale proposito, per garantire che il modulo di ricezione radio di ciascun nodo sia in grado di ricevere il messaggio di WOR, quest'ultimo è trasmesso sul canale radio per un tempo superiore a  $T_1$ ,  
10 cioè superiore all'intervallo di tempo in cui il modulo è disattivato elettricamente, consentendo così che anche un modulo di ricezione elettricamente disattivato abbia il tempo per essere elettricamente riattivato dal timer e possa ricevere interamente la sequenza di  
15 informazioni del messaggio di WOR, nella durata massima prestabilita di attivazione  $t'$  del modulo radio.

Ad esempio, in una forma di realizzazione dell'invenzione, un gateway della rete wireless o 6LowPan emette il messaggio di WOR sul canale radio ed il messaggio di WOR è propagato dai moduli radio degli  
20 altri nodi nella rete, affinché permanga nel canale radio per un tempo superiore a  $T_1$ , preferibilmente uguale o superiore a  $T_1+t'$ .

In tal caso, il messaggio di WOR è inviato in broadcast dal gateway sul canale radio ed è trasmesso ripetutamente da tutti i moduli radio della rete sul canale radio. Durante questa fase non sono  
25 scambiati dati sulla rete wireless o 6LowPan, alla quale i nodi non sono

effettivamente collegati, per trasmettere continuamente il messaggio di WOR sul canale radio, sfruttando tutta la banda disponibile. Secondo questa forma di realizzazione, i nodi non sono collegati e scollegati dalla rete wireless o 6LowPan secondo le modalità descritte con riferimento  
5 all'arte nota, ad esempio 80 Millisecondi di attività alternati a 2,2 secondi di inattività, ma sono completamente scollegati dalla rete per tutta la durata di trasmissione del messaggio di WOR.

In un'altra forma di realizzazione, è previsto trasmettere il messaggio di WOR su canale radio dedicato e non interferente con il  
10 traffico di rete della rete 6 LowPan o wireless. In particolare, il canale radio dedicato ha una frequenza differente rispetto ad una frequenza di trasmissione della rete wireless o 6LowPan.

In tutti i casi, è previsto effettuare controlli incrementali del messaggio di WOR sul canale radio, per minimizzare i consumi associati  
15 a tale controllo. Ad esempio, allo scadere del timer, il modulo radio controlla prima l'energia presente sul canale radio, che è un'informazione di per sé già sufficiente a determinare se sia in corso una trasmissione del messaggio di WOR oppure no.

Se l'energia rilevata è inferiore ad un valore prestabilito, il  
20 modulo di ricezione è immediatamente disattivato, poiché sul canale non sono presenti messaggi di WOR; l'operazione di rilevazione dell'energia richiede solo alcune decine di microsecondi, ed è inferiore alla durata massima prestabilita di attivazione  $t'$ .

Se invece è rilevata un'energia superiore al valore prestabilito,  
25 il modulo di ricezione radio esegue una decodifica incrementale del

messaggio di WOR, partendo da un suo preambolo, poi considerando l'indirizzo di destinazione nel messaggio ed infine un codice per il risveglio di un nodo specifico, necessario per l'attivazione elettrica del nodo ed il suo ingresso in rete.

5           In particolare, se durante il processo di decodifica non viene decodificato in modo corretto una qualunque delle informazioni nel messaggio di WOR oppure se una di tali informazioni non è indirizzata al modulo di ricezione radio, quest'ultimo è immediatamente disattivato elettricamente. Anche in questo caso, il controllo dura molto meno della  
10   durata massima prestabilita di attivazione  $t'$  del modulo di ricezione radio.

La durata massima prestabilita di attivazione  $t'$  è sufficiente a ricevere completamente il messaggio di WOR, a decodificare correttamente il messaggio di WOR, cioè un messaggio associato ad  
15   un'energia superiore al valore prestabilito, con un preambolo corretto, indirizzato al modulo radio del nodo e con il corretto codice per il suo risveglio.

Vantaggiosamente, secondo la presente invenzione, se il nodo è interessato solo raramente dal traffico di rete, il suo consumo  
20   energetico è molto limitato, sostanzialmente all'attivazione tra intervalli prestabiliti  $T1$  del modulo di ricezione radio, per una durata massima prestabilita di attivazione  $t'$  del modulo, ed al consumo energetico del timer, senza mai accedere alla rete.


Vantaggiosamente, in funzione al tipo di applicazione gestita  
25   dal nodo, è possibile impostare intervalli prolungati di tempo  $T1$  tra



attivazioni successive del modulo radio. Inoltre, se il modulo radio non identifica un segnale ad esso indirizzato, è immediatamente spento, prima del trascorrere della durata massima prestabilita di attivazione  $t'$ , riducendo ulteriormente il consumo. In ogni caso, se non è

5 esplicitamente richiesto l'ingresso del nodo in rete tramite un messaggio di WOR o segnale radio, è evitato un dispendio di energia per connettere il nodo nella rete wireless o 6LoWPAN, la qual cosa comporterebbe una pluralità di operazioni, come la contrattazione e l'ottenimento di un indirizzo di rete, e la sincronizzazione con gli altri

10 nodi, dispendiose elettricamente.



Dr. Rinaldo FERRECCIO  
N. Iscr. ALBO 525 BM

## **RIVENDICAZIONI**

1. Nodo (1) per una rete 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) o wireless comprendente un modulo di ricezione radio (2) ed un timer (3) per l'attivazione del modulo di ricezione radio (2) tra intervalli di tempo predefiniti T1, detto nodo  
5 essendo programmato per entrare nella rete 6LoWPAN solo se il modulo di ricezione radio (2) riceve un segnale indirizzato al nodo.

2. Nodo (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che, durante detti intervalli predefiniti T1, solo il timer è elettricamente  
10 alimentato nel nodo.

3. Nodo (1) secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il timer attiva solo il modulo di ricezione radio, detta attivazione comprendendo l'alimentazione elettrica del modulo per una durata massima prestabilita t'.

15 4. Nodo (1) secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che il modulo di ricezione radio è immediatamente disattivato se non rileva alcun segnale su un canale radio predefinito.

5. Nodo (1) secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che il modulo di ricezione radio legge un pacchetto di dati se rileva un  
20 segnale su un canale radio predefinito ed è disattivato se il pacchetto di dati non comprende un indirizzo del nodo.

6. Nodo (1) secondo la rivendicazione 3-5, caratterizzato dal fatto che detta disattivazione comprende una sospensione dell'alimentazione elettrica del modulo di ricezione radio.

7. Nodo (1) secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che, se il modulo di ricezione radio legge un pacchetto di dati indirizzato al nodo (1), il nodo (1) è alimentato elettricamente ed effettua una procedura di sincronizzazione con altri nodi (20) della rete 6LoWPAN o  
5 con un gateway (21), per comunicare.

8. Nodo secondo la rivendicazione 5 caratterizzato dal fatto che il modulo di ricezione radio trasmette il segnale sul canale predefinito per almeno detto intervallo di tempo predefinito prima di essere disattivato, per consentire ai moduli di ricezione di altri nodi di  
10 ricevere il segnale.

9. Nodo secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto di essere fuori dalla rete wireless o 6LowPan durante la trasmissione di detto segnale sul canale predefinito o di trasmettere detto segnale su un canale radio dedicato, avente frequenza differente rispetto ad una  
15 frequenza di trasmissione della rete wireless o 6LowPan.

10. Metodo di attivazione di un nodo (1) in una rete 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) comprendete la fase di conteggiare intervalli di tempo predefiniti T1 tramite un timer (3) del nodo e la fase di attivare un modulo di ricezione radio (2) del nodo  
20 allo scadere di detti intervalli di tempi predefiniti, il metodo comprendendo la fase far accedere alla rete 6LoWPAN il nodo solo se il suo modulo di ricezione radio (2) riceve un segnale ad esso indirizzato.



Dr. Rinaldo FERRECCIO  
N. Iscr. ALBO 525 BM

## CLAIMS

1. Node (1) for a 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) or wireless network comprising a radio receiver module (2) and a timer (3) for activating the radio receiver module (2) between predefined time periods T1, said node being programmed to enter into the 6LoWPAN network only if the radio receiver module (2) receives a signal addressed to the node.

2. Node (1) according to claim 1, characterised in that, during said predefined time periods T1, only the timer is electrically powered in the node.

3. Node (1) according to claim 1, characterised in that the timer only activates the radio receiver module, said activation comprising the electrical power supply of the module for a predetermined maximum duration t'.

4. Node (1) according to claim 3, characterised in that the radio receiver module is immediately deactivated if it does not detect any signal on a predefined radio channel.

5. Node (1) according to claim 3, characterised in that the radio receiver module reads a data packet if it detects a signal on a predefined radio channel and it is deactivated if the data packet does not comprise an address of the node.

6. Node (1) according to claim 3-5, characterised in that said deactivation comprises a suspension of the electrical power supply of the radio receiver module.

7. Node (1) according to claim 3, characterised in that, if the

radio receiver module reads a data packet addressed to the node (1), the node (1) is electrically powered and carries out a synchronisation procedure with other nodes (20) of the 6LoWPAN network or with a gateway (21), to communicate.

5           8. Node according to claim 5 characterised in that the radio receiver module transmits the signal over the predefined channel for at least said predefined time period before being deactivated, to allow the receiver modules of other nodes to receive the signal.

10           9. Node according to claim 8, characterised in that it is outside of the wireless or 6LowPan network during the transmission of said signal over the predefined channel or in that it transmits said signal over a dedicated radio channel, having a different frequency with respect to a transmission frequency of the wireless or 6LowPan network.

15           10. Method for activating a node (1) in a 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) network comprising the step of counting predefined time periods T1 through a timer (3) of the node and the step of activating a radio receiver module (2) of the node when said predefined time periods pass, the method comprising the  
20           step of making the node access the 6LoWPAN network only if its radio receiver module (2) receives a signal addressed to it.

Fig. 1

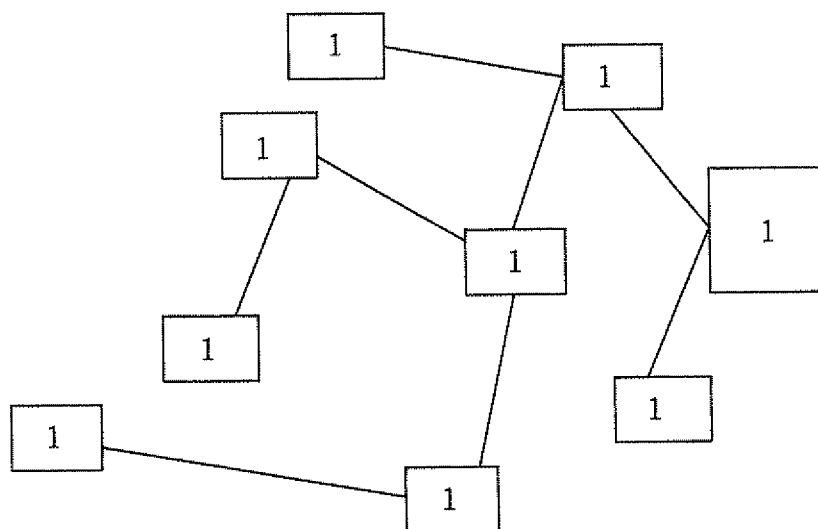


Fig. 2

Power

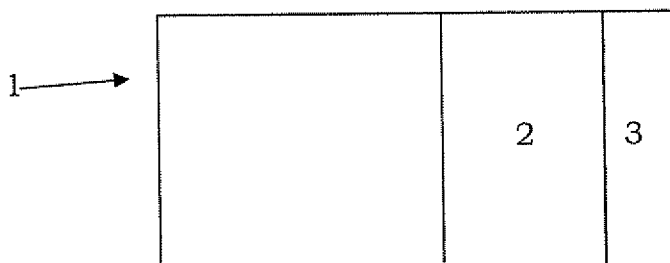
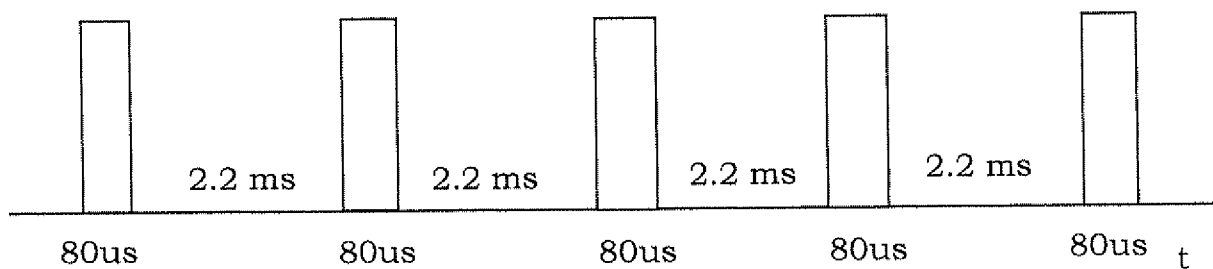


Fig. 3

Fig. 4

