



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102010901865217
Data Deposito	06/08/2010
Data Pubblicazione	06/02/2012

Classifiche IPC

Titolo

SISTEMA DI AUTOMAZIONE

Titolare: NICE S.p.A.

Inventore: PAOLO FERRON, MARCHETTO OSCAR

Titolo: SISTEMA DI AUTOMAZIONE

* * *

5 L'invenzione si riferisce ad un sistema di automazione, con componenti atti a coordinare la manovra ad es. di cancelli scorrevoli o a battente, cui qui ci si riferirà come esempio, porte o portoni per garage, serrande, persiane, tende o avvolgibili in genere. In generale l'invenzione si applica a tutti le barriere mobili con movimento orizzontale (destra-sinistra) o verticale, che si spostano tra due posizioni di finecorsa.

10 Gli impianti per automatizzare il movimento di un cancello sono solitamente composti principalmente da almeno un motoriduttore elettrico, una centrale di controllo, ed una serie di altri dispositivi periferici di sicurezza come fotocellule, bordi sensibili alla pressione, avvisatori (buzzer o lampeggianti) e interfacce di comando e gestione per l'utente, come tastierini e/o display.

15 I componenti sono generalmente collegati fra loro con molteplici conduttori, che portano sia l'alimentazione elettrica sia i segnali di controllo.

Il collegamento via cavo è molto diffuso ma decisamente oneroso da installare. Bisogna posare tubi o canaline per il passaggio dei cavi con relative opere murarie, servono piccoli scavi e opere di ripristino, e si spende molto tempo in manodopera e
20 materiali.

I costi sono molto elevati, e i rischi di errori nei collegamenti alti.

In alcuni modelli esistono soluzioni ibride, dove alcuni elementi sono alimentati a batteria e operano via radio, ad es. i bordi sensibili, le tastiere digitali, il lettore per schede transponder, mentre in alcuni casi solo le fotocellule trasmittenti sono
25 alimentate a batteria. Le fotocellule riceventi sono ancora alimentate via cavo e inviano i segnali di controllo via cavo, principalmente a causa del consumo di energia: mentre la fotocellula trasmittente può trasmettere anche con pause, per sicurezza la ricevente deve essere sempre in ascolto.

Si deve aggiungere che precise normative regolano i tempi di intervento dei
30 dispositivi di sicurezza dell'automazione, come le fotocellule e i bordi sensibili. Essi devono garantire rapidità di intervento durante il movimento dell'automazione, perciò anche i tempi minimi di trasmissione determinano elevati consumi e si scontrano con l'autonomia energetica.

Vi sono anche noti sistemi con architettura parzialmente wireless, ove è solamente stato sostituito al cavo il collegamento radio. Ma l'architettura di rete è rimasta la stessa dei sistemi cablati, e ogni dispositivo è memorizzato in una centralina tramite codifica impostata con selettore meccanico (ponticelli o dip-switch).

- 5 Scopo principale dell'invenzione è realizzare un sistema per l'automazione di un cancello, di porte, di portoni da garage o simili che sia poco costoso, veloce da installare e non richieda un'installazione onerosa.

Un ulteriore scopo è che l'impianto garantisca una autonomia di funzionamento sicuro di parecchi anni.

- 10 Un ulteriore scopo è che il sistema sia affidabile e resistente/immune ai disturbi.

Un ulteriore scopo è che il sistema abbia una buona velocità di risposta ai comandi dell'utente pur garantendo una lunga autonomia.

Tali scopi sono ottenuti con metodi e dispositivi per attuarli come alle rivendicazioni allegate.

- 15 Nonostante il sistema dell'invenzione sia di facile installazione sul sito, un problema di un sistema totalmente wireless (comunicazione e alimentazione) che utilizzi tecniche note si scontra con gli elevati consumi energetici degli stessi. Durante una manovra devono funzionare senza errori tutte le fotocellule (anche fino a 6-8 coppie), i bordi sensibili (anche fino a 4), e in genere tutti i dispositivi periferici di
20 sicurezza. Anche se meno importanti, durante la manovra sono attivi anche i dispositivi periferici di comando, quali tastiere digitali, lettori transponder, selettori a chiave, ecc. Questi devono lavorare in coordinazione e con tempistiche strette, il che implica vincoli di durata e frequenza/periodo delle trasmissioni radio e, quindi, di energia richiesta. Con una diretta applicazione delle tecniche note, una rete totalmente
25 wireless che risponda ai requisiti richiesti non è realizzabile. Un altro problema sono le interferenze che sorgono in impianti vicini tra loro. Le interferenze possono creare problemi in particolare per la sicurezza.

Varianti preferite che risolvono questi problemi sono definite nelle rivendicazioni dipendenti.

- 30 Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla descrizione esemplificativa di un sistema di automazione, insieme agli allegati disegni in cui:

la figura 1 mostra uno schema a blocchi di un sistema secondo l'invenzione;
la figura 2 mostra uno schema temporale del sistema di fig. 1 in una condizione di non-manovra (anta ferma);
la figura 3 mostra uno schema temporale del sistema di fig. 1 in una condizione di
5 manovra (anta in movimento);
la figura 4 mostra uno schema temporale del sistema di fig. 1 in una condizione di fine manovra (no movimento);
la figura 5 mostra uno schema temporale del sistema di fig. 1 per delle fotocellule;
10 la figura 6 mostra uno schema a blocchi per un lampeggiante compreso del sistema di fig. 1;
la figura 7 mostra uno schema a blocchi per delle fotocellule presenti nel sistema di fig. 1.

Un impianto di automazione domestica secondo l'invenzione, composto da
15 tradizionali componenti è mostrato in Fig. 1

Una delle possibili configurazioni della rete è la struttura stellata, con un nodo Master che forma il centrostella. Si veda la Fig. 1, che mostra schematicamente una rete NT1 che adotta una tecnica di trasmissione Master/Slave, con il centro-stella che funge da nodo Master M1, e nodi periferici che fungono da nodi Slave, indicati con
20 S1, S2, etc. Tutti i nodi, Master e Slave, possono essere integrati totalmente nel componente stesso (centrali elettroniche anche integrate nel motoriduttore, fotocellule, bordi sensibili, lampeggianti, lettori schede, tastiere, ecc) oppure possono essere realizzati in corpo separato ed associati successivamente come accessorio. La rete NT1 prevede una centrale elettronica come nodo Master M1 ed almeno una fotocellula o
25 simili come dispositivi periferici o nodo Slave S1, S2, ecc.

Ogni nodo Slave non ha alcun collegamento via cavo con l'esterno, ed è dotato di una batteria di alimentazione, preferibilmente auto-ricaricabile da un modulo fotovoltaico. Si comprende che grazie alla connessione wireless di ogni Slave è molto facile posizionarlo nell'ambiente senza particolari modifiche edili ed in poco tempo.

30 Sia il Master M1 che gli Slave S1, S2, ecc. sono dotati ciascuno di un microcontrollore e un ricetrasmittitore radio, non mostrati. Lo scopo è far sì che il Master e gli Slave possano inviarsi e ricevere segnali radio codificati di controllo e

dati, indicati simbolicamente dalle frecce bidirezionali in Fig. 1. Quando nel seguito si descriveranno le operazioni eseguite dal Master o da uno Slave attribuendole per brevità direttamente ad uno di essi, si intende tacitamente che il rispettivo microcontrollore esegue delle istruzioni di programma e/o pilota mezzi o dispositivi hardware atti a svolgere l'operazione e/o il ricetrasmittitore radio viene pilotato e/o il segnale ricevuto viene elaborato al fine di compiere tali operazioni.

Come si vede un master M1 comunica con gli slave S1, S2, i quali possono fungere da interfacce con sensori SN1, SN2, ecc o altri dispositivi DV1, DV2, ecc. Il Master M1 può comunicare anche con un blocco applicazione APPL. Per motivi di compatibilità con le centrali esistenti il nodo Master M1 può essere collegato ad una centrale attraverso la linea bus, come interfaccia facendo credere alla centrale preesistente, l'applicazione APPL, che gli dispositivi periferici installati siano dispositivi via cavo connessi al bus. Questa soluzione permette di costituire automazioni ibride con dispositivi via cavo e/o wireless. Sarà infatti possibile, inserendo nel bus il Master M1 di interfaccia, aggiungere elementi wireless ad automazioni cablate già esistenti.

In questo tipo di applicazioni non ci si può aspettare da parte dell'utente finale o dell'installatore (generalmente elettricisti) delle spigliate competenze di radiotecnica, per cui la realizzazione della rete deve avvenire in modo semplice e affidabile, vale a dire che la procedura di configurazione deve essere invisibile all'utente e svolgersi in modo semplice ed automatico.

La procedura di inizializzazione/configurazione della rete secondo l'invenzione è molto semplice, intuitiva e non richiede esperienza o conoscenze particolari all'installatore. Inoltre, in modo semplice un utente poco esperto è in grado di diagnosticare e risolvere un eventuale problema di funzionamento.

E' possibile attivare ed eseguire la procedura di inizializzazione/configurazione dopo il fissaggio meccanico in situ di tutti i componenti che appartengono alla rete, ma è possibile anche il percorso opposto cioè eseguire la procedura di configurazione in un luogo diverso, ad esempio in casa o in magazzino, quindi creare la rete di comunicazione, e successivamente in situ procedere al fissaggio meccanico dei componenti. La seconda procedura ha il vantaggio di creare la rete in luogo senza disturbi e privo di interferenze radio, situazione di maggior comodità e al riparo dalle

intemperie.

Una sequenza preferita di operazioni per la configurazione della rete è la seguente:

5 - per primo viene acceso il Master (si alimenta il Master inserendo una batteria, via cavo o via bus qualora il Master sia cablato o integrato nella struttura del motoriduttore);

10 - il Master, come ogni altro nodo della rete, appena viene acceso verifica (nella propria memoria non volatile) se non fa già parte di una rete. In caso negativo genera un codice/numero pseudo-casuale per formare il proprio indirizzo. Nel Master il codice/numero generato oltre a essere il proprio indirizzo sarà anche l'indirizzo della rete che controllerà. Per rendere poco probabile che due dispositivi Master possano generare due codici uguali ogni byte che compone l'indirizzo può venir generato ad es. nel seguente modo: eseguire l'operazione XOR tra il Byte (o Word) che rappresenta il Received Signal Strength Indicator (RSSI), e il Byte che rappresenta la tensione di
15 batteria e il Byte che rappresenta la temperatura ambiente, tutti rilevati e convertiti digitalmente da un ADC.

Per evitare problemi di interferenza nel caso in cui due Master di due reti vicine generassero il medesimo indirizzo, e quindi che uno Slave riceva messaggi da due Master diversi, l'invenzione prevede che ogni volta che il Master genera un indirizzo,
20 tenti di comunicare con eventuali Master adiacenti utilizzando un particolare messaggio. Il Master verifica con quelli adiacenti che il suo indirizzo appena generato sia unico (non sia uguale a quello dei Master adiacenti). Se non riceve nessuna obiezione l'indirizzo viene memorizzato, altrimenti ne genera uno di nuovo e ripete la procedura di verifica con gli altri Master;

25 - mezzi di segnalazione/indicazione presenti sul Master, ad es. un LED che lampeggia, indicano che nessuno Slave fa ancora parte della propria rete;

 - a questo punto, automaticamente e/o tramite ad es. la pressione di un pulsante da parte di un utente, il Master si mette in modalità di acquisizione degli Slave, cioè rimane in ascolto della richiesta di collegamento da parte di uno Slave;

30 - inserendo la batteria in uno Slave, o, se è già stata inserita, tramite la pressione di un pulsante, si comanda allo Slave di emettere via radio la richiesta di collegamento e il proprio codice identificativo, che verrà ricevuto e memorizzato dal Master. Per

conferma il Master può segnalare l'avvenuto collegamento tramite mezzi avvisatori, ad es. un suono da un buzzer;

- Il Master invia allo Slave appena collegato un segnale di corretto collegamento, cui lo Slave ad es. può rispondere segnalando con mezzi avvisatori la condizione di appartenenza alla rete NT1, ad es. accendendo dei LED. Poi per lo Slave la procedura è chiusa;

- si ripete la procedura per tutti gli Slave da installare;

- la procedura di acquisizione viene conclusa ad es. premendo un pulsante sul Master o dopo lo scadere di una temporizzazione predefinita.

10 A questo punto la rete è installata/configurata e pronta a funzionare.

Naturalmente la sequenza può essere eseguita anche in fabbrica, prima del montaggio

E' importante capire, anche senza avere particolari strumentazioni, se tutta la rete funziona bene, ed eventualmente essere in grado di rimediare. Per risolvere il problema di semplificare la diagnostica e l'intervento correttivo, l'invenzione prevede dei mezzi per verificare il corretto funzionamento della rete installata. Ad es. un problema durante l'installazione della rete wireless è che l'installatore non sa riconoscere facilmente se il segnale radio giunge correttamente e con la necessaria intensità ad ogni componente. La soluzione dell'invenzione è dotare ogni Slave e, preferibilmente anche il Master, di mezzi indicatori di campo ricevuto, ad es. un v-meter, alcuni LED oppure un piccolo display. In questo modo si può ad es. verificare visivamente la buona ricezione radio durante l'installazione e/o prima di fissare i dispositivi, modificandone il posizionamento se necessario. Ciò permette di ottimizzare la trasmissione radio diminuendo i consumi di energia e conseguentemente di aumentare la vita utile delle batterie.

Un altro problema ricorrente è valutare l'allineamento dei trasmettitori e dei ricevitori ottici presenti nelle fotocellule. Secondo l'invenzione, con mezzi indicatori, ad es. un LED su una fotocellula, è possibile verificare l'allineamento: il duty-cycle del lampeggio è proporzionale alla potenza ricevuta dal ricevitore.

30 Preferibilmente nel nodo Master sono presenti dei mezzi di segnalazione che si attivano quando un dispositivo o sensore Slave di sicurezza rileva (e trasmette al Master) una condizione di pericolo. Ad es. quando un ostacolo si interpone tra due

fotocellule o quando un bordo sensibile viene urtato per conferma un LED si accende nel Master.

Come mezzi di segnalazione si possono usare due LED di colori diversi, e/o un buzzer.

- 5 E' preferibile che quando si sostituisce la batteria in uno Slave oltre ai lampeggi appena descritti il Master e/o lo Slave stesso attivi i mezzi di segnalazione, ad es. con dei beep come segue per indicare se la batteria appena inserita è carica o no.

- L'assenza di suono potrebbe vantaggiosamente indicare qualche problema di comunicazione tra i dispositivi. Si può così sostituire subito una batteria scarica senza
10 dover rintracciare il problema, di per sé banale, su tutta la rete.

Quando la rete è inizializzata e operativa può lavorare in due stati: stato di non-manovra (anta ferma o modalità detta 'SLEEP') o in stato di manovra (anta in movimento).

STATO DI NON-MANOVRA

- 15 Percentualmente, in termini di tempo, la rete NT1 lavora maggiormente in una condizione di non-manovra, vale a dire con la barriera/anta ferma.

- In non-manovra il Master è inattivo poiché non trasmette agli Slave, oppure trasmette con periodo molto lungo, mentre tutti gli Slave si trovano in modalità SLEEP, che consiste in una modalità WOR (wake-on-radio) di basso consumo. Si
20 veda la fig. 2.

- Ogni Slave è in ascolto su una finestra temporale radio di ascolto per uguali tempi T_{CX} e T_{CP} per verificare la presenza rispettivamente di un segnale di attivazione M_{Cx} dal Master su un canale predefinito CP o un canale Cx utilizzato nella precedente manovra. I tempi T_{CX} e T_{CP} sono la finestra temporale in cui lo Slave è
25 in ascolto. Durante il tempo che intercorre tra un ascolto e l'altro, lo Slave è in stand-by, e risparmia energia (tutti i suoi componenti sono spenti ad eccezione del timer).

- L'utilizzo di più canali rende più robusto il sistema: il Master infatti potrà scegliere a sua discrezione quale tra i canali utilizzare nella successiva manovra. Il canale CP, che è fisso e preferibilmente deciso in fabbrica, non cambia mai per tutta la
30 vita del sistema, funge da canale di recupero, di emergenza per permettere al Master di tentare il risveglio degli Slave quando non sa se tutti sono in ascolto sul medesimo canale oppure se l'ultimo canale Cx è disturbato. Il canale Cx effettivamente usato in

ricetrasmisione è variabile, e risulta di manovra in manovra quello scelto dal Master (secondo criteri di qualità di segnale) perché meno disturbato. Preferibilmente si usano circa 14 canali diversi per la banda 868 MHz, tra i quali è scelto il canale Cx.

I periodi T_Cx e T_CP sono uguali, pari ad es. a 300μs, e si ripetono con periodo
5 T_sleep di ad es. 500ms. Pertanto il duty-cycle (o ciclo di lavoro) del ricevitore radio è $0,3/500=0,0006$. Un valore così basso, che sperimentalmente si è visto garantire con precisione la rilevazione di un segnale dal Master, assicura un'autonomia delle batterie molto elevata, non raggiungibile se gli Slave fossero sempre in ascolto su un canale radio. Ovviamente il duty-cycle può essere variato secondo le specifiche esigenze
10 dell'applicazione.

Gli Slave permangono nello stato descritto (modalità SLEEP) finché non rilevano un segnale M_Cx, proveniente/inviato dal Master.

Il Master può ricetrasmettere segnali e dati con altri Master di altri sistemi vicini, per scambiarsi vicendevolmente informazioni utili alla gestione e ottimizzazione della
15 rete di ogni Master (a titolo di esempio possono scambiarsi la lista dei 14 canali utilizzati, le loro caratteristiche e specificare i canali utilizzati durante le trasmissioni).

Un'ulteriore, ma non meno importante, ragione dell'utilizzo della modalità SLEEP è limitare il numero di trasmissioni. Il sistema deve rispettare la normativa nella banda 868MHz per quanto riguarda i "Non-specific Short Range Device, SRD",
20 la quale limita il tempo massimo di trasmissione chiamato Duty-Cycle. Il valore minimo è 0.1%, che è il rapporto, in media, tra tempo di trasmissione e tempo in cui non c'è nessuna trasmissione in un'ora.

STATO DI MANOVRA

Lo stato di manovra si compone delle seguenti fasi:

- 25
- fase di scelta del canale da utilizzare da parte del Master;
 - fase di risveglio degli Slave;
 - fase di manovra;
 - fase di fine manovra.

Il Master per risvegliare tutti i Slave analizza tutti i canali disponibili,
30 aggiornando una tabella statistica di "qualità dei canali" determinata in base a fattori di qualità o rapporto segnale/rumore. In base alla tabella statistica, il Master seleziona l'attuale canale migliore, ed il migliore tra il canale CP e il canale Cx usato nella

manovra precedente. Tale canale è quello sul quale gli Slave sono sintonizzati in ricezione durante tutta lo stato di non-manovra (anta ferma).

Poi il master invia il comando di risveglio agli Slave nel canale scelto tra CP e Cx usato nella manovra precedente. Ora gli Slave sono pronti per iniziare la manovra.

Il nuovo canale scelto (il migliore della nuova tabella) verrà vantaggiosamente comunicato assieme al comando di risveglio oppure successivamente dal Master agli Slave tramite il canale attualmente in uso (Cx o Cp).

Del resto il canale CP è utilizzato come canale di emergenza, ossia presumibilmente molto poco. Pertanto durante la non-manovra esso ha bassa probabilità di collisione (disturbi di altri trasmettitori).

Tutto questo evita ai Master e agli Slave di una rete di sintonizzarsi in ascolto su canali impegnati da altre reti, e migliora complessivamente il rapporto segnale/rumore delle trasmissioni nella rete.

Quando il Master, che racchiude tutta l'intelligenza decisionale del sistema, riceve un comando di manovra dall'utente, tramite ad es. un telecomando o una corretta password o una combinazione di accesso da un tastierino, comincia a predisporre la rete NT1 per eseguire la manovra richiesta. Ad es. può essere richiesto di aprire un cancello tramite attivazione e controllo di un motore.

Per portare in stato attivo gli Slave e fuori dallo stato di basso consumo, il Master – v. fig. 3 -, trasmette sul canale prescelto Cx o Cp. Per semplicità stabiliamo l'uso del canale Cx. Il master trasmette quindi un messaggio o segnale di dati M_Cx di durata T_AWAKE maggiore di $2 \cdot T_SLEEP$ (T_Cx o T_Cp), ad es. 1010ms. In questo modo ogni Slave sicuramente riceve il messaggio M_Cx.

Il messaggio M_Cx contiene pacchetti PK1, PK2, ecc. con informazioni di servizio per gli Slave, tra cui il nuovo canale che dovrà essere effettivamente utilizzato durante la manovra (vedi paragrafo precedente).

Il messaggio M_Cx è broadcast e viene per forza ricevuto da tutti gli Slave, o durante la finestra T_Cx o T_CP. Il messaggio M_Cx contiene l'indirizzo del Master, che implicitamente è l'indirizzo di rete, costituito di sottomessaggi numerati PK1, PK2, ...PKn che si trovano in successione temporale. Quando uno Slave che si trova in stato SLEEP riceve un pacchetto PKn, dato che è noto a priori il numero totale dei

pacchetti PK, conosce la tempistica successiva di ritrasmissione del Master, e quindi interrompe l'ascolto spegnendo il ritrasmettere per ridurre i consumi fino al termine del messaggio M_Cx.

I pacchetti PKn di M_Cx sono numerati sequenzialmente, quindi conoscendo sia
5 il numero totale dei pacchetti PKn sia quanto dura (lunghezza temporale totale fissa) un singolo pacchetto PK, lo Slave ha tutti i dati per sapere quanto dovrà attendere perché il messaggio M_Cx sia concluso. In altre parole, la frequenza di inoltro dei messaggi PKn in broadcast dal Master verso gli Slave è prestabilita e non cambia. Quindi gli Slave, una volta che hanno ricevuto un primo pacchetto PK, rimangono
10 sincronizzati al Master perché sanno quando (dopo quanto tempo) arriverà il successivo messaggio M_Cx (o M_CP). Durante l'attesa lo Slave non è in ascolto quindi il consumo di energia è minore. Ciascun pacchetto PKn contiene sempre le medesime informazioni ripetute n volte e ciascuno Slave può intercettare uno qualsiasi dei pacchetti. Non ci sono pacchetti sincronizzati, assegnati univocamente a ciascuno
15 Slave.

Può accadere che il Master invii il messaggio M_Cx sul canale fisso CP, quando, terminata la manovra precedente, il Master durante la fase di riconoscimento/appello non ha rilevato tutti i componenti installati o se il canale Cx al momento della scelta del canale è disturbato.

20 A questo punto tutta la rete NT1 è attiva, pronta a comunicare sul canale prescelto dal Master.

Se uno Slave non si risveglia allora il Master non conoscerà il suo stato. Se questo Slave espleta funzioni di sicurezza necessarie alla manovra sarà la centrale (collegata al Master) o il Master ad impedire la manovra. Se lo Slave non ha funzioni di
25 sicurezza, ad es. è il lampeggiante, la manovra prosegue comunque.

Ottenuta la predisposizione e il risveglio di tutti gli Slave, il Master inoltra un messaggio M_MAN, unico per tutti gli Slave, ad es. con periodo T_MAN di 50ms (dato sperimentale) (v. fig. 3). Il messaggio M_MAN contiene istruzioni e comandi per tutti gli Slave, e ciascuno decodifica la parte dedicata a sé.

30 Il messaggio M_MAN, di durata T_Mm circa 1,5ms in uno slot di circa 10ms, è un pacchetto in cui è presente l'indirizzo di rete a la parte dati/comando rivolta a ciascun tipo di Slave. Durante la manovra il messaggio M_MAN richiede solo lo stato

dei dispositivi di sicurezza.

Dopo il messaggio M_MAN sequenzialmente ogni Slave, contenente un dispositivo di sicurezza, risponde con rispettivi messaggi M_S1, M_S2, ecc. Gli Slave con dispositivi che non sono di sicurezza (ad es. un lampeggiante o un tastierino) non trasmettono al Master ma ricevono ed elaborano comunque il messaggio M_MAN.

Preferibilmente il tempo di risposta al Master per ogni Slave viene definito dividendo una frazione di T_MAN in un numero di parti uguali pari al numero degli Slave (detti slot ST di durata T_SLOT). Tale partizione in slot ST del tempo, operata dal Master e comunicata agli Slave a conclusione della fase di inizializzazione/configurazione della rete, avviene dinamicamente a seconda del numero di Slave presenti nella rete NT. Ad es. se si hanno a disposizione 50-10=40ms e sono presenti due Slave allora T_SLOT sarà di 20ms, se sono presenti dieci Slave ogni slot sarà di 2ms. In fig. 3 è presentato il caso di cinque Slave.

La divisione del tempo quindi è analoga al caso deterministico, con la differenza che ogni Slave ha a disposizione più del tempo strettamente necessario in modo da permettere all'interno di ciascuno slot ST un MAC di tipo CSMA (Carrier Sense / Listen Before Talk).

Sperimentalmente e vantaggiosamente si è verificato che le risposte degli Slave (M_S1, M_S2,.....) al messaggio M_MAN del Master possono essere “sospese”. Infatti durante la fase di manovra (anta in movimento), lo Slave non invia una risposta per ciascun messaggio del Master ma risponde, per esempio, una volta ogni dieci messaggi ricevuti. Ciò avviene solo nel caso in cui la manovra proceda senza problemi, in caso contrario lo Slave trasmette una risposta a ciascun messaggio del master.

Questo comportamento consente un risparmio energetico degli Slave e un minore traffico nella rete.

Il segnale M_MAN contiene un flag di “manovra attivata”, che è recepito da tutti gli Slave, e funge da segnale di sincronizzazione per le risposte M_Sn, e contiene per ciascuno Slave l'indicazione di che dato rispedire al Master.

Le risposte M_Sn degli n Slave infatti contengono un codice identificativo dello Slave trasmittente, il dato o dati richiesti dal Master, come ad es. lo stato di una fotocellula o di un bordo sensibile, e un identificativo del Master e/o della rete propria,

così un altro Master di una rete vicina non scambierà per propri Slave altrui. Il Master nei pacchetti M_Sn può distinguere non solo l'identificativo dello Slave, per verificare l'appartenenza alla rete NT1 tramite confronto con una tabella di Slave propri popolata in fase di inizializzazione, ma anche il proprio codice di Master, ad ulteriore conferma.

- 5 Quindi, con periodo T_MAN il Master conosce perfettamente lo stato di ogni (suo) Slave, e in definitiva lo stato della rete NT, e quindi del sistema di automazione.

Il Master può controllare direttamente un motore che muove la barriera mobile, o può essere un'interfaccia tra un bus cablato dell'automazione e la rete radio NT1. Il Master può essere integrato nella centrale oppure realizzato come un elemento
10 aggiuntivo, da aggiungere alle centrali esistenti attraverso il collegamento a bus, e perciò diventa un controllo indiretto. Attraverso il bus il Master può fornire alla centrale i dati forniti via radio dagli Slave; è poi la centrale che controlla il motore utilizzando i dati forniti dai sensori wireless. L'interfaccia Master può essere installata su qualsiasi centrale già esistente con il bus.

- 15 Il motore viene attivato dopo il primo invio del messaggio M_MAN e relativa conferma positiva degli Slave.

La trama mostrata in fig. 3 si ripete periodicamente per tutto il tempo necessario alla manovra.

Il Master ad ogni invio di M_MAN preferibilmente opera un Carrier Sense (listen
20 before talk). Essenzialmente il Master si mette in ascolto sul canale prescelto e valuta la bontà del canale. Potrebbero ad es. esserci disturbi o interferenze dovute alla trasmissione di elementi di altre reti. In caso di canale libero, il Master trasmette il segnale M_MAN, altrimenti aspetta un tempo casuale, ad es. 500us. Attesi un paio di tentativi vani per un canale poco favorevole, il Master trasmette sul canale prescelto
25 alla massima potenza disponibile, così il segnale trasmesso oltrepasserà i disturbi o interferenze presenti raggiungendo gli slave.

In ogni slot ST ogni Slave preferibilmente opera un Carrier Sense. In caso di canale disturbato lo Slave aspetta il proprio turno di trasmissione nel periodo T_MAN successivo. Se dopo alcuni periodi T_MAN quello Slave non è riuscito a trasmettere i
30 dati al Master, quest'ultimo (oppure la centrale di controllo) per sicurezza blocca la barriera mobile. Lo shift temporale dovuto al Carrier-Sense è uno dei parametri implicati nella valutazione della qualità del canale. Ovviamente se viene notato uno

shift significa che il canale in quel momento è disturbato determinando una valutazione negativa del relativo canale. Vantaggiosamente, nel caso in cui il dialogo tra Master e Slave non vada a buon fine perché il canale Cx prescelto è disturbato è possibile utilizzare un altro canale, ad es. CP..

- 5 Dato che in manovra il Master conosce la presenza e lo stato solo dei dispositivi di sicurezza (durante la manovra gli Slave non di sicurezza ricevono soltanto gli ordini dal Master ma non danno risposta), alla fine della manovra il Master inizia una procedura di “appello” dei suoi dispositivi.

10 I passi della procedura in questa modalità sono ad es. i seguenti. Il Master invia nel messaggio M_MAN un comando di arresto/stop, per avvisare tutti gli Slave. Gli Slave si predispongono quindi per la successiva fase di fine manovra, accendendo subito il ricevitore radio in attesa del successivo messaggio M_SB dal Master (fig. 4). Il messaggio M_SB non è broadcast ma è indirizzato unicamente a ciascuno Slave, secondo la tabella di Slave creata dal Master in fase di installazione. Quindi i messaggi
15 M_SB saranno n quanti gli n Slave, indicati con M_SBn. Quando uno Slave riceve il proprio messaggio M_SB1, M_SB2... per indicare il suo stato attivo risponde con un proprio rispettivo messaggio S_SB1, S_SB2, ecc... (fig. 4). Il messaggio M_SBn può contenere istruzioni di diversa natura, per esempio un comando di invio stato oppure di ritorno alla modalità “SLEEP” di basso consumo. Il pacchetto M_SB e S_SBn dura
20 circa 1,5ms.

Nel caso in cui uno Slave non risponda anche a successivi tentativi da parte del Master, il Master segnala con mezzi di segnalazione (ad es un buzzer o LED luminosi.) il mal funzionamento dell'impianto o qualche eventuale anomalia.

25 La trama di fig. 4 si ripete poi con periodo T_SB (fissato in fabbrica, ad es. 500ms). Poiché ogni Slave conosce, grazie alla indicizzazione costruita in precedenza, la distanza temporale dal primo segnale M_SB che il pacchetto a lui destinato occuperà per non sovrapporsi agli altri Slave, per consumare poco può accendere il suo ricevitore solo quando serve, nell'intorno del pacchetto M_SB. Vale a dire che lo Slave sa quando arriverà il segnale M_SB a lui destinato: una volta ricevuto il primo
30 pacchetto M_SB, ogni Slave resta sincronizzato perché gli è noto che il successivo pacchetto M_SB arriverà dopo un tempo T_SB.

Il Master inserisce un'informazione nei messaggi M_SB e ordina a tutta la rete la

modalità "SLEEP". Quando tutti gli Slave installati nella rete rispondono con il messaggio M_SB o se arriva a zero un temporizzatore la rete poi ritorna nella modalità di SLEEP a basso consumo.

5 E' noto che le fotocellule di un sistema come il suddetto hanno alti consumi, e pregiudicano l'autonomia delle batterie in un sistema wireless. In particolare, sono i fotodiodi emettitori e ricevitori i responsabili principali del consumo elevato.

L'invenzione risolve il problema dell'autonomia nel modo seguente.

10 Con riferimento a fig. 3e 5, il segnale M_MAN viene usato dagli Slave fotocellula come segnale di sincronismo, ossia un riferimento temporale rispetto al quale calcolare l'istante di accensione e poi spegnimento degli stadi emettitori e ricevitori del fascio luminoso.

15 Tramite una impostazione hardware o selettori meccanici, ad es. dip-switch o ponticelli, si può impostare su ogni coppia di Slave fotocellula (ricevitore + trasmettitore) un ritardo di accensione/spegnimento uguale, ma diverso dalle altre coppie.

Ad es. per due coppie di fotocellule dette FF1 e FF2 la situazione si presenta come in fig. 5. Dopo il segnale M_MAN la coppia FF1 si attiva (ricevitore + trasmettitore) nell'intervallo ON_FF1, mentre la coppia FF2 è disattivata. La coppia FF2 si attiva (ricevitore + trasmettitore) nell'intervallo ON_FF2, quando ormai la
20 coppia FF1 è disattivata. Si noti che questa gestione elimina anche il problema dell'interferenza tra coppie diverse di fotocellule, perché l'unico fascio attivo è quello del trasmettitore corrispondente.

Lo Slave fotocellula ricevitore memorizza lo stato del fascio, interrotto o libero, durante gli intervalli ON_FF1, ON_FF2, e lo trasmetterà al Master durante il proprio
25 turno di trasmissione con un pacchetto M_Sn, v. fig. 3.

Con riferimento a Fig. 7 si descrive un metodo di risparmio energetico per lo Slave che contiene una fotocellula-TX (trasmettitore ottico), in modo da ottimizzare sia la portata ottica sia il consumo. Se la potenza del segnale ottico è troppo bassa il sistema di sicurezza riterrà sempre la fotocellula come interrotta; viceversa se la
30 potenza ottica è troppo alta, a causa di riflessioni il sistema potrebbe ritenere la fotocellula non-interrotta anche quando è presente un ostacolo.

Il sistema implementa un adattamento automatico.

Si entra in una modalità diagnostica, ad es. premendo nel Master un pulsante. Il Master poi dà ordini e riceve messaggi dagli Slave fotocellula per coordinare una fase di taratura di ogni gruppo di fotocellule.

Il Master (a cancello fermo) ordina alla fotocellula Trasmittente (blocco AA) di
5 trasmettere un segnale di prova (vedi segnale SG), costituito da tre impulsi: uno di taratura e due a potenza standard. Si verifica poi (blocco BB) se la fotocellula Ricevente è riuscita a ricevere l'impulso di taratura. In caso affermativo (blocco CC) la fotocellula ricevente informa il Master, il quale invierà allo Slave fotocellula trasmittente il valore di potenza corretta da impostare trasmettitore ottico, ossia una
10 potenza uguale a quella degli ultimi due impulsi. In caso negativo (blocco DD) la fotocellula Trasmittente trasmetterà con potenza maggiorata. Si itera la procedura (blocco EE) per tutte le coppie di fotocellule, e poi ogni fotocellula memorizza l'impostazione stabilita.

In fase di inizializzazione della rete per gli Slave si imposta una potenza di
15 trasmissione. Tale potenza potrebbe non essere la minima possibile, causando un consumo non necessario, oppure, a causa della variazione delle condizioni ambientali o della comparsa improvvisa di un ostacolo, potrebbe accadere che la potenza in trasmissione dello Slave sia troppo bassa per consentire una comunicazione affidabile verso il Master. Inoltre, dato che per questioni di consumo la potenza in trasmissione
20 non è molto più alta dello stretto necessario, tutti i dispositivi non possono che essere situati in posizioni fisse per tutta la loro vita operativa.

L'invenzione risolve questi problemi facendo in modo che la potenza in trasmissione risulti variabile durante il funzionamento. Si può così ottenere che i consumi siano sempre i più bassi possibili, e nello stesso tempo permettere a tutti gli
25 Slave di comunicare correttamente con il Master.

Il Master trasmette sempre a potenza fissa e nota agli Slave. Di conseguenza ogni Slave può stimare l'attenuazione introdotta dal canale trasmissivo e regolare di conseguenza la potenza in trasmissione in modo che in qualsiasi momento, a fronte di qualsiasi cambiamento delle condizioni esterne, la potenza ricevuta dal Master risulti
30 circa costante, fissata cioè ad un predeterminato valore. Questa stima risulta di molto semplificata se la potenza in trasmissione del master è fissa ad un valore stabilito.

L'invenzione adotta altre metodologie di trasmissione tra le ottiche degli Slave

fotocellula, sempre per diminuire il consumo energetico e rispondere correttamente alle esigenze del sistema. Precisamente:

- con l'anta in movimento l'ottica dello Slave fotocellula trasmettitore trasmette al corrispondente Slave ricevitore con un periodo T_T , ad es. 0,25ms;

5 – durante la fase di pausa tra la manovra di apertura e la successiva manovra di chiusura (anta ferma), l'ottica del trasmettitore trasmette con un periodo $T_R > T_T$, ad es. 0,5sec;

- durante la fase di non-manovra (anta ferma) l'ottica del trasmettitore non trasmette.

10 Lo Slave che implementa il bordo sensibile è un dispositivo di sicurezza, e pertanto utilizza ad es. le stesse strategie di comunicazione con il Master di uno Slave fotocellula ricevente. Lo Slave bordo sensibile può avere una batteria e un pannello solare, o solo la batteria. Per risparmiare il più possibile la batteria a bordo, i mezzi di controllo del bordo sensibile attivano la circuiteria di rilevazione ostacolo solo quando
15 il sistema sta eseguendo una manovra, mentre la spengono altrimenti.

Il dispositivo della rete che consuma di più è il lampeggiante. Per cercare di ottimizzare i consumi senza compromettere la luminosità l'invenzione utilizza la seguente strategia (v. Fig. 6). Si utilizza un sensore di luce, ad es. un foto-diodo o il pannello solare del dispositivo stesso, per regolare la luminosità del lampeggiante in
20 modo tale da renderne visibile la luce quando il sole o altro lo illumina, e non avere luce eccessiva quando c'è ombra o è notte. Maggiore è la luce ambientale, maggiore deve essere la potenza luminosa emessa.

Un criterio può essere che il lampeggio avvenga con potenza (luminosità) inversamente proporzionale all'energia fornita dalla cella solare (o dallo stato di carica
25 della batteria o da un mezzo rilevatore di luce) che è proporzionale all'illuminazione del luogo.

Impostando un selettore presente nel Slave lampeggiante si può impostare il dispositivo come "luce di cortesia", accendendo la luce solo al crepuscolo/notte utilizzando come sensore il pannello solare o un fotodiodo.

30 Come altro criterio si possono fissare delle soglie di luminosità ambientale, ad. Esempio quattro soglie di luce decrescenti, v. fig. 6.

Si verifica (blocco A) se la luce ambientale supera la prima soglia (quella

- maggiore). Se sì, si verifica (blocco B) lo stato di carica della batteria: se è carica la potenza del lampeggiante è fissata alta (blocco C), altrimenti (blocco E) a potenza media. Se una soglia non è superata, si confronta il livello di illuminazione con una soglia minore (blocchi D e F) e via via si decide di usare una potenza sempre inferiore
- 5 per il lampeggiante (blocchi E e G). Se nessuna delle soglie è superata (blocco H) la potenza del lampeggiante sarà la minima. Infine (blocco L) si accende effettivamente il lampeggiante alla potenza calcolata, e dopo una fase di temporizzazione (blocco M) si spegne il lampeggiante (blocco N).

RIVENDICAZIONI

1. Sistema d'automazione domestica formato da più componenti ed una centrale di controllo collegati bidirezionalmente in rete tra loro e atti a coordinare e/o mettere in sicurezza la manovra di una barriera mobile come ad es. cancelli scorrevoli o a battente, porte o portoni per garage, serrande, persiane, tende o avvolgibili in genere, caratterizzato dal fatto che la rete che collega tutti i componenti alla centrale di controllo è wireless.

2. Metodo per collegare tra loro i componenti di un sistema d'automazione domestica collegati in rete tra loro e atti a coordinare e/o mettere in sicurezza la manovra di una barriera mobile come ad es. cancelli scorrevoli o a battente, porte o portoni per garage, serrande, persiane, tende o avvolgibili in genere, caratterizzato dall'usare per tutti i componenti e la centrale di controllo una rete bidirezionale solo wireless.

3. Metodo secondo la rivendicazione 2, in cui durante lo stato di barriera inattiva i componenti funzionano in una modalità di basso consumo in cui alternano il proprio stato di ascolto o non-ascolto durante finestre temporali periodiche a basso duty-cycle in cui ricevere un segnale dalla centrale di controllo.

4. Metodo secondo la rivendicazione 3, in cui i componenti alternano il proprio stato di ascolto o non ascolto secondo i comandi provenienti da un timer.

5. Metodo secondo la rivendicazione 3 o 4, in cui quando i componenti hanno ricevuto un pacchetto dati contenuto in una parte del detto segnale spengono un proprio ricevitore fino al termine del detto segnale.

6. Metodo secondo una rivendicazione da 2 a 5, in cui durante lo spostamento della barriera mobile la centrale di controllo invia un segnale periodico e i componenti rispondono in modo sequenziale dentro finestre temporali assegnate e mutuamente esclusive.

7. Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui la finestra temporale assegnata è assegnata dalla centrale di controllo durante una fase di installazione/configurazione ed ha durata/ampiezza inversamente proporzionale al numero di componenti che compongono la rete.

8. Metodo secondo una rivendicazione da 3 a 7, in cui dei comandi/segnali inviati dalla centrale di controllo hanno durata costante e maggiore del periodo di dette

finestre temporali periodiche a basso duty-cycle.

9. Metodo secondo una rivendicazione da 3 a 8, in cui i componenti stanno in ascolto alternativamente per ricevere un segnale dalla centrale di controllo almeno su due canali di ascolto.

5 10. Metodo secondo una rivendicazione da 3 a 9, in cui la centrale di controllo dopo che la manovra della barriera mobile è terminata invia ai componenti un comando per commutarli nella modalità di basso consumo.

11. Metodo secondo una rivendicazione da 5 a 10, in cui durante il movimento della barriera i componenti inviano una risposta alla centrale di controllo solo dopo
10 alcuni ricevuti segnali di interrogazione.

12. Componente di un sistema d'automazione domestica composto da componenti e una centrale di controllo collegati in rete tra loro e atti a coordinare e/o mettere in sicurezza la manovra di una barriera mobile come ad es. cancelli scorrevoli o a battente, porte o portoni per garage, serrande, persiane, tende o avvolgibili in genere,
15 caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di trasmissione verso i membri della rete solo di tipo wireless.

13. Componente secondo la rivendicazione 12, configurato per funzionare in una modalità di basso consumo in cui sostanzialmente sta solo in ascolto durante finestre temporali periodiche a basso duty-cycle per ricevere un segnale dalla centrale di
20 controllo.

14. Componente secondo la rivendicazione 12 o 13, configurato per rilevare un pacchetto dati contenuto in una parte del segnale e spegnere un proprio ricevitore fino al termine del segnale.

15. Componente secondo una rivendicazione da 12 a 14, configurato per
25 riconoscere , durante lo spostamento della barriera mobile, un segnale periodico inviato dalla centrale di controllo e rispondere in modo sequenziale dentro finestre temporali assegnate e mutuamente esclusive.

16. Componente secondo una rivendicazione da 12 a 15, configurato per, durante il movimento della barriera, inviare una risposta alla centrale di controllo solo dopo
30 alcuni ricevuti segnali di interrogazione.

17. Metodo di regolazione della potenza ottica emessa da una fotocellula trasmittente verso una fotocellula ricevente entrambe appartenenti ad un sistema

d'automazione domestica formato da nodi componenti e una centralina collegati in rete tra loro e atti a coordinare e/o mettere in sicurezza la manovra di una barriera mobile come ad es. cancelli scorrevoli o a battente, porte o portoni per garage, serrande, persiane, tende o avvolgibili in genere, in cui

5 la fotocellula trasmittente invia un segnale di test con potenze differenti alla fotocellula ricevente, e

in base all'ampiezza dell'effettivo segnale ricevuto dalla fotocellula ricevente la fotocellula trasmittente regola la propria potenza di trasmissione ottica.

18. Metodo secondo la rivendicazione 17, in cui la fotocellula trasmittente emette
10 potenza ottica sotto forma di impulsi con frequenza diversa secondo lo stato della barriera mobile:

nessuna trasmissione con barriera ferma,
trasmissione con una prima frequenza durante il movimento della barriera, e
trasmissione con una seconda frequenza inferiore alla prima durante una pausa tra
15 apertura e chiusura della barriera.

19. Metodo secondo la rivendicazione 18 o 19, in cui vi sono più coppie di fotocellule trasmittente/ricevente e ciascuna coppia invia alla centralina, in modo sequenziale e durante una finestra temporale pre-assegnata dalla centralina, dati riguardanti la presenza di un ostacolo.

20 20. Metodo secondo la rivendicazione 17 o 18 o 19, in cui le coppie di fotocellule sono attive solo durante finestre temporali periodiche mutuamente esclusive.

21. Metodo secondo una rivendicazione da 17 a 20, in cui le fotocellule ricetrasmettono dati alla e dalla centralina solo tramite un collegamento wireless.

22. Metodo di regolazione della potenza ottica emessa da un lampeggiante
25 appartenente ad un sistema d'automazione domestica formato da componenti e una centrale di controllo collegati in rete tra loro e atti a coordinare e/o mettere in sicurezza la manovra di una barriera mobile come ad es. cancelli scorrevoli o a battente, porte o portoni per garage, serrande, persiane, tende o avvolgibili in genere, in cui

30 si modifica l'intensità di luce del lampeggiante in base alle condizioni rilevate da un sensore di luce ambientale.

23. Metodo secondo la rivendicazione 22, in cui si determina l'intensità di luce da

usare per il lampeggiante confrontando il segnale del sensore di luce ambientale con una o più soglie.

24. Metodo di trasmissione tra componenti e una centrale di controllo di un sistema d'automazione domestica formato da componenti collegati in rete tra loro e
5 atti a coordinare e/o mettere in sicurezza la manovra di una barriera mobile come ad es. cancelli scorrevoli o a battente, porte o portoni per garage, serrande, persiane, tende o avvolgibili in genere, in cui

la centrale di controllo trasmette con una potenza prefissata, mentre
un componente calcola l'attenuazione del segnale ricevuto dalla centralina e
10 trasmette con potenza proporzionale all'attenuazione.

25. Componente di un sistema d'automazione domestica gestito da una centrale di controllo, il componente e la centrale di controllo essendo collegati tra loro a rete e atti a coordinare e/o mettere in sicurezza la manovra di una barriera mobile come ad es. cancelli scorrevoli o a battente, porte o portoni per garage, serrande, persiane, tende o
15 avvolgibili in genere, il componente comunicando con la centralina solo tramite mezzi di comunicazione wireless, comprendente mezzi di indicazione grafica e/o sonora dell'ampiezza del segnale ricevuto dalla centrale di controllo.

26. Componente secondo la rivendicazione 25, in cui i mezzi di indicazione comprendono un v-meter o diodi LED.

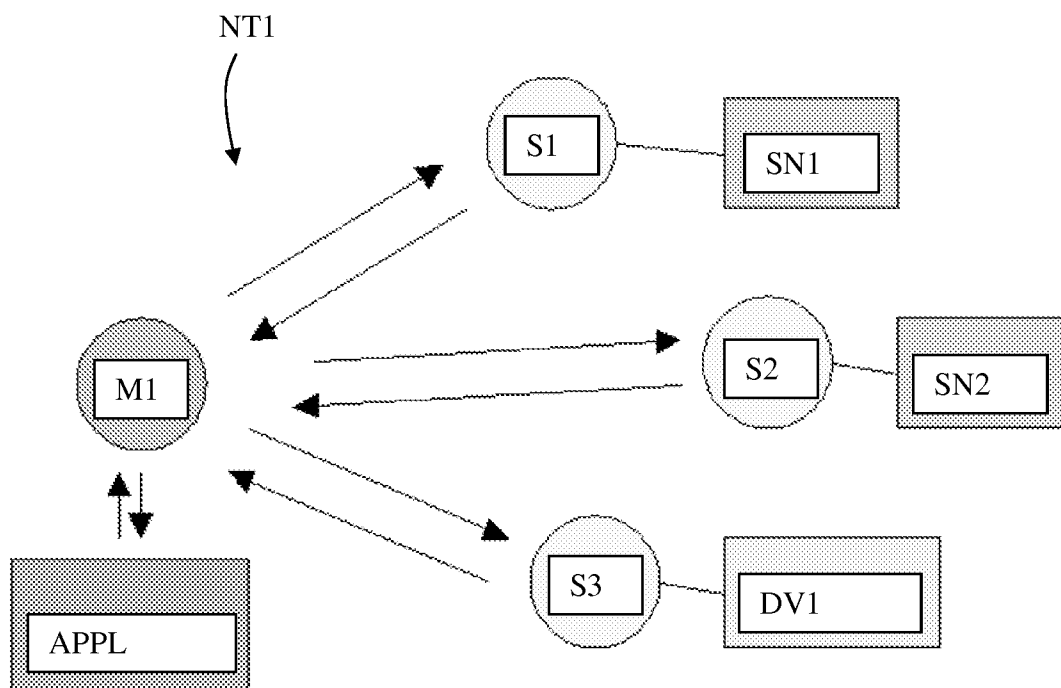
20 27. Componente secondo la rivendicazione 25 o 26, in cui i mezzi di indicazione comprendono un display, ad. es. a cristalli liquidi o a matrice di punti.

28. Componente secondo una rivendicazione da 25 a 27, in cui i mezzi di indicazione sono configurati per indicare lo stato di carica di una batteria per l'alimentazione del componente.

25 29. Componente secondo una rivendicazione da 25 a 28, in cui i mezzi di indicazione sono configurati per indicare lo stato di appartenenza del componente e/o di altri componenti alla rete.

30 30. Componente secondo una rivendicazione da 25 a 29, caratterizzato dal fatto di essere una fotocellula trasmittente o ricevente, e di comprendere mezzi di indicazione configurati per indicare l'allineamento con una cooperante fotocellula ricevente o trasmittente.

FIG. 1



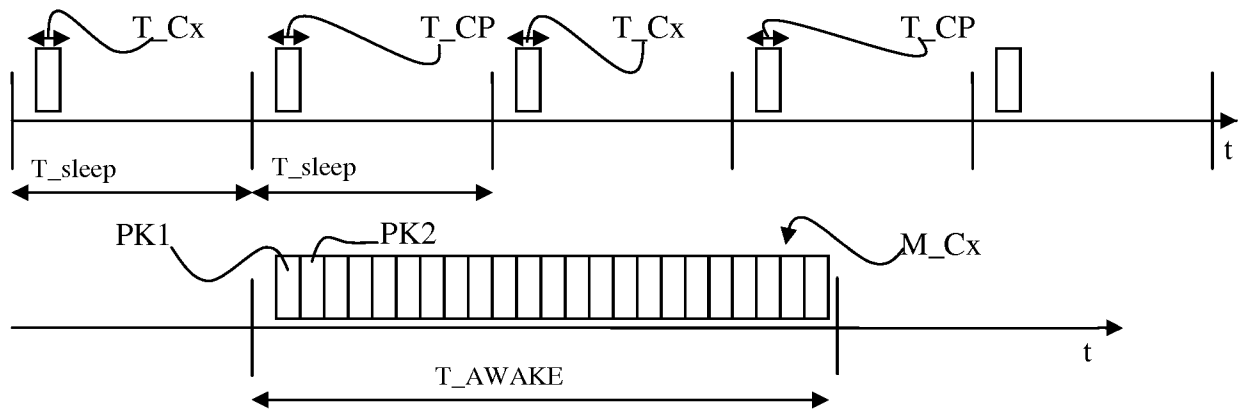


FIG. 2

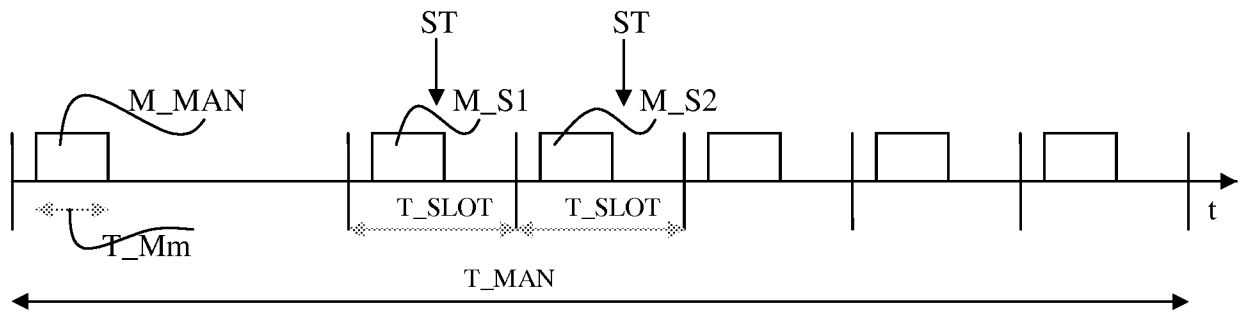


FIG. 3

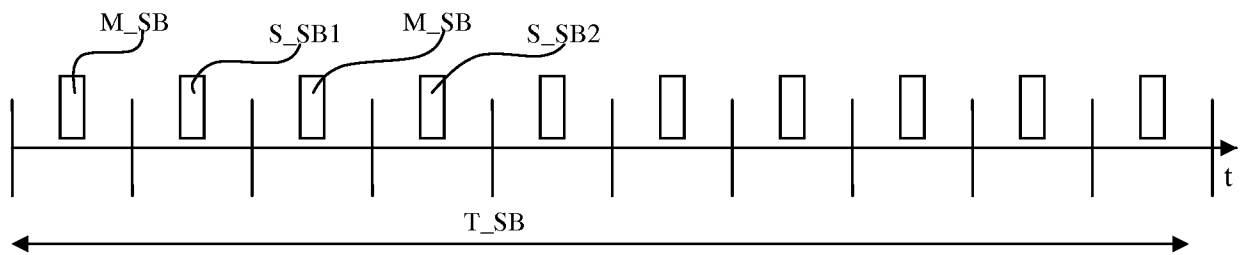
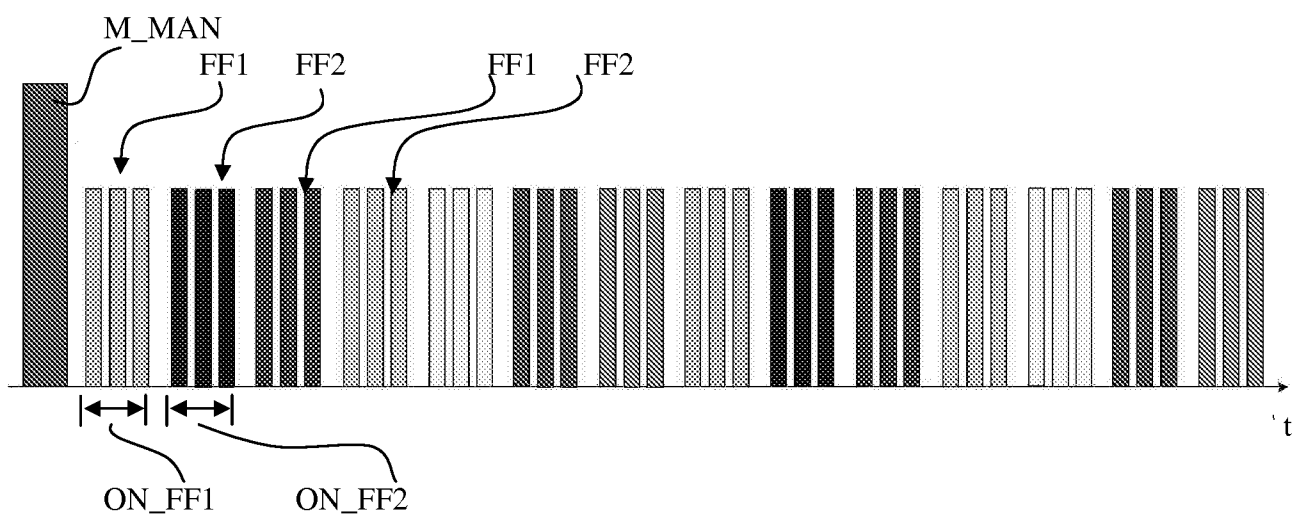


FIG. 4

FIG. 5



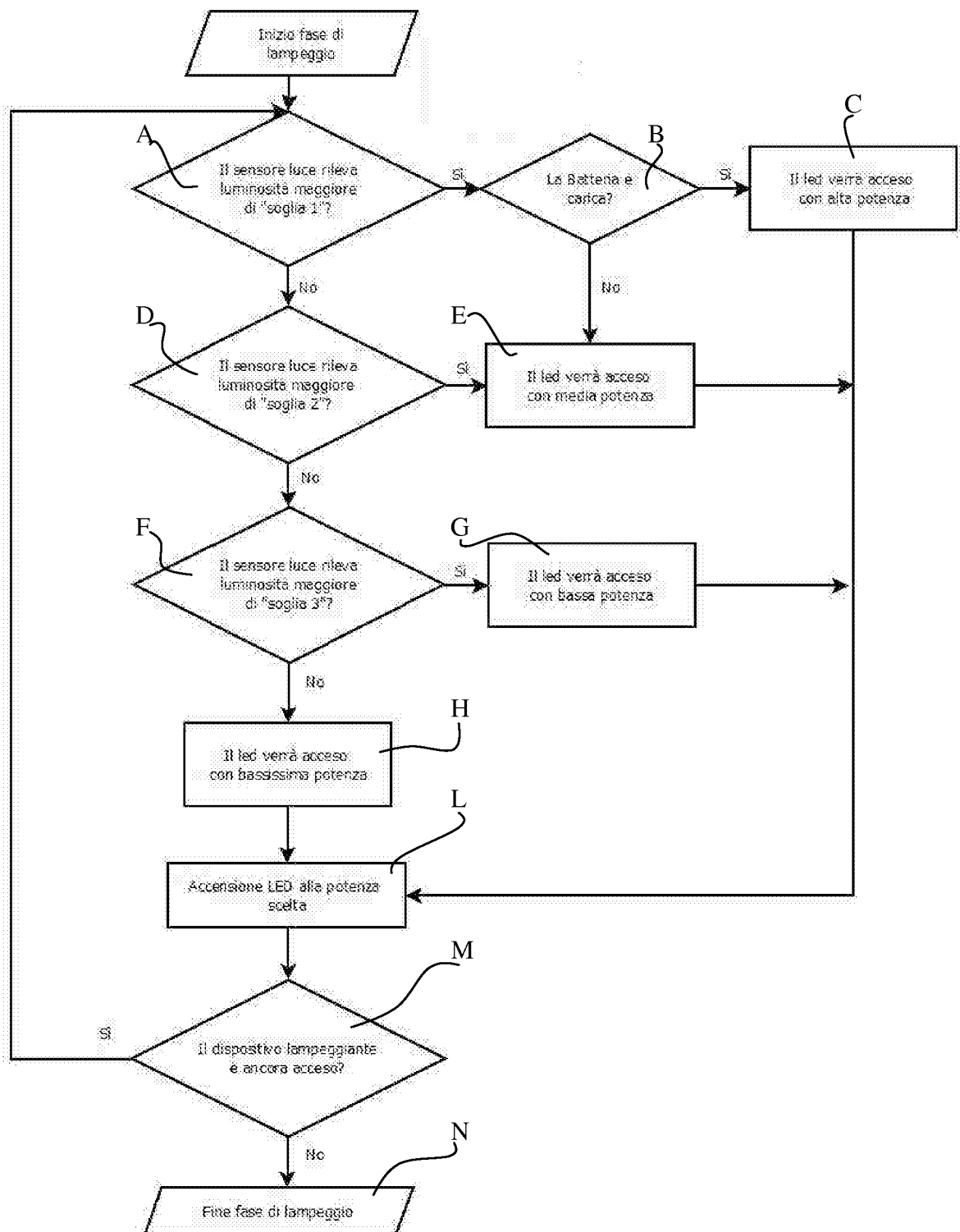


FIG. 6

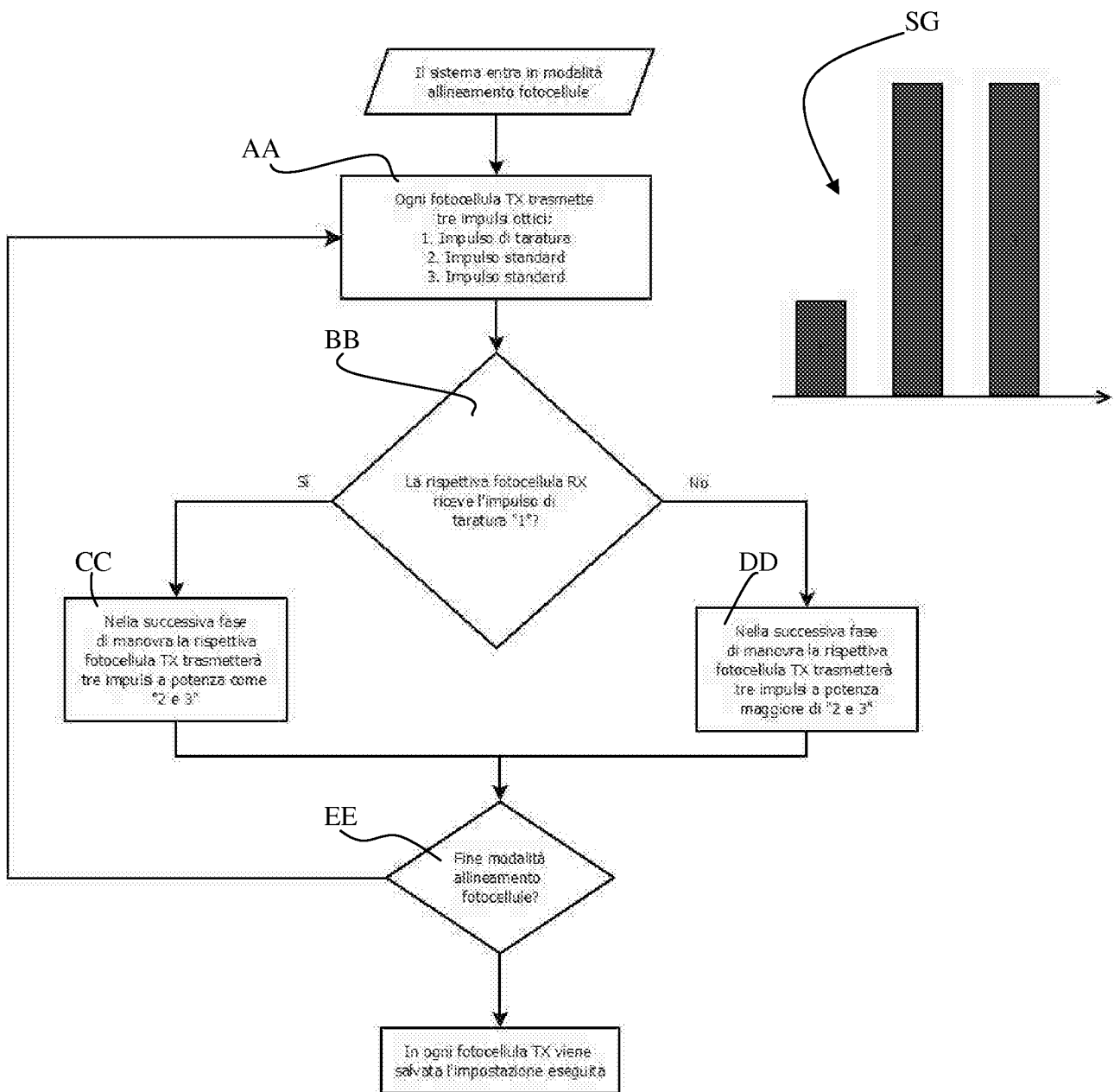


FIG. 7