

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902078322A1

Publication Date

20140221

Applicant

ELITE SOCIETA' DI ELETTRONICA PER L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA S.C.P.A.

Title

"DISPOSITIVO DI CONTROLLO PER UN ELETTRODOMESTICO";

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

“Dispositivo di controllo per un elettrodomestico”

di: ELITE Società di Elettronica per l'Innovazione Tecnologica s.c.p.a., con sede in Via G. Tommasi, 28 – 60044 Fabriano (AN)

Inventori designati: Enrico SMARGIASSI, Daniele BARBINI, Claudio DONATI.

Depositata il: 21 agosto 2012

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo dell'invenzione

La presente invenzione riguarda il campo dei sistemi di comunicazione per utenze elettriche domestiche, in particolare finalizzati a una gestione più efficiente dei consumi di energia elettrica nell'ambiente domestico. L'invenzione è stata sviluppata con particolare riferimento ad un dispositivo di controllo atto a rendere comunicante un elettrodomestico.

Stato della tecnica

L'evoluzione dei sistemi di generazione e distribuzione dell'energia elettrica, contraddistinta da un crescente impiego delle tecnologie ICT, sta facendo emergere sempre più l'opportunità di disporre in casa di utenze elettriche in grado di negoziare i propri consumi, attraverso il dialogo diretto o mediato - cioè tramite un opportuno *energy manager* - con il fornitore di energia o *utility*. Tramite tale capacità di dialogo i consumi possono essere adeguati in una certa misura alle esigenze della rete elettrica, che variano dinamicamente durante il giorno e la notte e che si esprimono, per l'*utility* elettrica, in termini di necessità di riduzione dei consumi nei momenti di picco e di smaltimento degli eccessi di produzione e, per l'utente, in termini di opportunità di sfruttamento a basso costo delle situazioni di esubero di produzione di energia elettrica.

Il suddetto dialogo fra l'*utility* elettrica e le utenze elettriche domestiche, che presuppone ovviamente che le parti siano in grado di comunicare, sta incoraggiando i produttori di utenze elettriche a sviluppare prodotti dotati di connettività e, con riferimento soprattutto al caso degli elettrodomestici, stanno emergendo tre differenti approcci:

- a. l'utilizzo di un rice-trasmettitore, comunemente indicato anche con il termine di “*nodo di comunicazione*”, installato a bordo dell'elettrodomestico;
- b. la dotazione dell'elettrodomestico di un opportuno connettore accessibile in

sicurezza dall'esterno, cui applicare, quando desiderato dall'utente, un nodo di comunicazione opzionale;

- c. l'impiego di dispositivi di controllo esterni o *smart plugs* che, interposti fra il cavo di alimentazione dell'elettrodomestico e la relativa presa di corrente, sono in grado di interrompere l'alimentazione dell'utenza elettrica su richiesta diretta o mediata da parte dell'utility.

Nel primo caso (caso a) esiste il problema del costo del nodo di comunicazione, che rende meno competitivi i relativi prodotti, e quello di legare l'utenza elettrica ad una determinata tecnologia di comunicazione suscettibile di subire nel tempo frequenti modifiche e aggiornamenti, che si traducono in costi di manutenzione non trascurabili che tendono a frenare lo sviluppo di elettrodomestici di tipo "*smart-grid ready*", cioè nativamente predisposti per interagire con le reti elettriche di nuova generazione (*smart grids*). Tali problemi hanno indotto a ricercare soluzioni di compromesso in grado, da un lato, di evitare di penalizzare eccessivamente il costo industriale del prodotto e, dall'altro, di renderlo indipendente da una determinata tecnologia di comunicazione. Un esempio noto di soluzione di compromesso è descritto per esempio nella domanda di brevetto internazionale WO 02/21664, su cui si basa il preambolo della rivendicazione 1. In tale soluzione un elettrodomestico comunica in maniera bidirezionale utilizzando la medesima elettronica associata al suo sistema di controllo - quindi non introducendo costi aggiuntivi - grazie all'ausilio di un opportuno dispositivo di controllo esterno, interposto fra il cavo di alimentazione del prodotto e la relativa presa di corrente. Tale metodo ha il pregio di proporre una modalità di trasmissione di informazioni dall'elettrodomestico verso l'esterno estremamente economica ed efficace, ma ha anche il difetto di richiedere, a livello di dispositivo di controllo esterno, una circuiteria per la trasmissione di informazioni verso l'elettrodomestico che è piuttosto complessa, ingombrante e costosa.

Nel secondo caso (caso b), la necessità di dotare l'elettrodomestico di una opportuna cavità, in cui allocare il nodo di comunicazione opzionale, introduce problemi di de-standardizzazione nella realizzazione del mobile del prodotto, che si traduce in un aumento del suo costo industriale e in un potenziale disturbo alla sua linea estetica.

Nel terzo caso (caso c), l'alimentazione delle utenze elettriche domestiche

interessate sarebbe gestita attraverso il suddetto dispositivo di controllo o *smart plug*, attivando l'utenza quando la rete abbia potenza elettrica in eccesso e disattivandola nei momenti di carenza di detta potenza disponibile in rete. Tale gestione da parte dell'utility sarebbe ovviamente regolata da un opportuno contratto stipulato direttamente con l'utente. Esiste, però, un grave problema che rende inadeguato e sconsigliabile nella maggior parte dei casi l'impiego di detti dispositivi di controllo esterni come gestori ON-OFF di elettrodomestici: il fatto che la gestione ON-OFF dell'alimentazione di un'utenza elettrica possa pregiudicare fortemente le sue prestazioni, causare inefficienze e talvolta anche provocare danni al prodotto. Per tale ragione le aziende produttrici di elettrodomestici e le organizzazioni dei consumatori si oppongono fortemente all'impiego di dispositivi di controllo esterni che, in accordo con le esigenze del fornitore dell'energia elettrica, provvedano ad interrompere l'alimentazione di un'utenza elettrica domestica prescindendo dalla fase di funzionamento in cui questa si trovi ad operare in quel momento.

Sommario dell'invenzione

Nei suoi termini generali, la presente invenzione si propone di realizzare una modalità di comunicazione tra un'utenza elettrica ed un relativo dispositivo di controllo più semplice ed economica rispetto alla tecnica nota sopra discussa, con riferimento soprattutto alla trasmissione di informazioni verso un'utenza elettrica da parte di un relativo dispositivo esterno di controllo o monitoraggio. In tale ambito generale, uno scopo particolare della presente invenzione è quello di indicare dispositivi e metodi di controllo di impiego particolarmente vantaggioso in sistemi ispirati al primo caso precedentemente descritto (caso a), finalizzati a una gestione dei consumi di energia elettrica in un ambiente domestico.

Uno o più di questi scopi sono raggiunti, secondo la presente invenzione, da un dispositivo di controllo per un'utenza elettrica, particolarmente un elettrodomestico, da un metodo di comunicazione e da un sistema elettrodomestico aventi le caratteristiche indicate nelle rivendicazioni allegate, che costituiscono parte integrante dell'insegnamento tecnico qui fornito in relazione all'invenzione.

In sintesi, l'invenzione prevede un dispositivo di controllo esterno o *smart plug* (160, 191) contraddistinto dalla capacità di comunicare con una relativa utenza elettrica (100) attraverso il cavo di alimentazione (150, 151) di quest'ultima. Il

dispositivo di controllo (160, 191) invia le informazioni - ad esempio di richiesta di collaborazione da parte della rete elettrica - attraverso una breve sequenza di brevi interruzioni di durata fissa, in seguito definite anche "buchi di rete", della tensione alternata di rete che alimenta l'utenza elettrica (100), dove due interruzioni sono separate o intervallate da un rispettivo periodo o intervallo di durata variabile, nel corso del quale l'utenza elettrica è alimentata regolarmente. I suddetti periodi o intervalli sono suscettibili di contenere in forma codificata l'informazione trasmessa ed i suddetti buchi di rete sono di durata tale da non arrecare alcun disturbo al corretto funzionamento dell'elettronica di controllo dell'utenza elettrica stessa. Le informazioni che il dispositivo di controllo (160) può fornire sono ad esempio relative a situazioni della rete elettrica che richiedono collaborazione da parte dell'utenza elettrica (100) stessa e quest'ultima, in risposta, può provvedere a modificare il proprio ciclo di funzionamento, cercando di soddisfare le esigenze di quel momento della rete elettrica nel rispetto dei vincoli propri della fase di lavoro in cui l'utenza si trova ad operare. L'utenza elettrica (100), a sua volta, in una realizzazione preferita, può provvedere a fornire un riscontro al dispositivo di controllo (160) indicando - ad esempio - le eventuali modifiche che essa potrà apportare al proprio ciclo di funzionamento per cercare di soddisfare le esigenze della rete elettrica nel rispetto dei vincoli propri della fase di lavoro corrente. La metodologia di comunicazione adottata impiega di preferenza la medesima elettronica di controllo già in dotazione ad utenze elettriche domestiche di tipo comune, cioè senza aggiungere alcun componente hardware specifico, e permette all'utenza di inviare una prima informazione, relativa al tipo di intervento sul ciclo di funzionamento che la stessa può effettuare in base alla fase di lavoro corrente, senza alterare minimamente il costo industriale del prodotto stesso.

In una realizzazione preferita, la tecnica di trasmissione di informazioni dall'utenza elettrica al dispositivo di controllo si basa sul fatto che il sistema di controllo digitale (110) di un elettrodomestico (100) è tipicamente dotato di mezzi (115, 120, 125) per gestire i flussi della corrente di rete che alimenta i suoi carichi elettrici interni (130) connessi fra linea (140) e neutro (145) attraverso relativi interruttori controllati (125) - rappresentati da elettrovalvole, pompe, motori, lampade, ventilatori e così via - e consiste nello sfruttare questa caratteristica per trasmettere, attraverso il proprio cavo di alimentazione (150), prime informazioni rappresentative del tipo di intervento

deliberato in relazione alla richiesta ricevuta da parte del dispositivo di controllo. Tali informazioni sono trasmesse mediante variazioni controllate e opportunamente codificate dei suddetti flussi di corrente ed sono in ricezione acquisite, decodificate ed eventualmente messe in rete attraverso l'ausilio del dispositivo di controllo (160) collocato fra una sorgente di alimentazione dell'elettrodomestico, quale una presa di corrente (190) dell'ambiente domestico, a cui l'elettrodomestico stesso è connesso mediante una propria linea di alimentazione, quale il suo cavo di alimentazione (150) con la relativa spina (151).

Il dispositivo di controllo (160) è dotato di mezzi (170, 171) per realizzare le suddette brevi sequenze di buchi di rete verso l'elettrodomestico (100). Nella realizzazione preferita, il dispositivo di controllo (160) include inoltre mezzi (165, 166, 167) per misurare le variazioni della corrente di rete che alimenta l'elettrodomestico, mezzi (170) per decodificare le informazioni codificate attraverso le suddette variazioni di corrente effettuate dall'elettrodomestico. In una forma di attuazione, il dispositivo di controllo (160) comprende altresì mezzi (175) per ricevere informazioni da inviare all'elettrodomestico (100) e per comunicare informazioni su una rete di comunicazione locale (180) cui il dispositivo di controllo (160) è connesso, queste ultime informazioni essendo ad esempio relative a decisioni operative prese dallo stesso elettrodomestico (100) in risposta alle richieste del dispositivo di controllo (160).

In una forma di attuazione, le informazioni inviate dall'elettrodomestico (100) in risposta alle richieste del dispositivo di controllo (160) rappresentano un riscontro per un *energy manager* (185), ovvero un gestore energetico domestico, che, a fronte di dette informazioni può provvedere ad aggiornare la sua strategia di controllo. Le informazioni di risposta potranno essere positive (pieno accoglimento della richiesta), di compromesso (accoglimento parziale della richiesta, cioè parziale variazione dei consumi di potenza) e negative (non accoglimento della richiesta).

Il dispositivo di controllo (160), oltre che poter ricevere dall'elettrodomestico (100) informazioni di riscontro alle richieste effettuate, può anche ricevere da esso, con la medesima tecnica, altri tipi di informazione, come per esempio la tipologia di elettrodomestico (frigorifero, frigo-congelatore, lavastoviglie, lavatrice, asciugatore, forno, piano di cottura, cappa aspirante, e così via), il proprio stato di funzionamento, gli eventi d'interazione con l'utente, i dati statistici sulla frequenza e modalità d'uso, i

dati diagnostici generati da un eventuale sistema di autodiagnosi presente all'interno dello stesso sistema di controllo dell'elettrodomestico, come descritto con maggiore dettaglio in seguito. Analogamente il dispositivo di controllo esterno, essendo in grado di catturare e decodificare le suddette differenti tipologie di informazioni inviate dall'elettrodomestico ad esso connesso, svolge il ruolo di abilitatore verso l'erogazione di nuovi servizi basati sui contenuti di queste differenti tipologie di informazioni.

Il sistema di comunicazione previsto secondo la suddetta forma di attuazione dell'invenzione si differenzia nettamente dai sistemi di comunicazione su *powerline* noti, perché non necessita di alcun dispositivo specifico di trasmissione ma utilizza gli stessi mezzi elettronici già presenti sia sull'elettrodomestico che sul dispositivo di controllo, e non comporta pertanto costi aggiuntivi su detti dispositivi. Rispetto ad un sistema di comunicazione noto basato su *powerline*, quello proposto nell'ambito della presente invenzione è dunque contraddistinto da una tecnologia più semplice ed elementare che però ha il pregio di soddisfare pienamente le esigenze delle applicazioni cui è rivolto e di non gravare sul costo né dell'elettrodomestico né del dispositivo di controllo.

Breve descrizione dei disegni

Ulteriori scopi, caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno chiari dalla descrizione particolareggiata che segue, fatta con riferimento alle figure allegate, fornite a puro scopo esemplificativo e non limitativo, in cui:

- la figura 1a rappresenta l'architettura generale del sistema secondo una forma di attuazione dell'invenzione, in cui un dispositivo di controllo esterno ad un elettrodomestico (100) è un dispositivo mobile (160) interposto fra il cavo di alimentazione (150) dell'elettrodomestico stesso e la relativa presa di corrente (190);

- la figura 1b rappresenta l'architettura generale del sistema secondo un'altra forma di attuazione dell'invenzione, in cui la funzione svolta dal dispositivo di controllo (160) di figura 1a è integrata all'interno della presa di corrente (191) che alimenta l'elettrodomestico;

- la figura 2 rappresenta in forma schematica il sistema di controllo noto di un elettrodomestico (100) in cui è evidenziata la modalità di gestione di un generico carico elettrico (130);

- la figura 3a descrive uno schema a blocchi del dispositivo di controllo (160) di

figura 1a;

- la figura 3b descrive lo schema a blocchi della presa di corrente (191) di figura 1b, inglobante la funzione svolta dal dispositivo di controllo (160) di figura 1a;

- la figura 3c illustra una modalità di trasmissione di informazioni dal dispositivo di controllo (160 o 191) all'elettrodomestico (100) secondo una forma di attuazione preferita dell'invenzione;

- la figura 3d illustra in maniera dettagliata una porzione con scala dei tempi amplificata della modalità di trasmissione descritta in figura 3c secondo una forma di attuazione preferita dell'invenzione;

- la figura 4 rappresenta un diagramma di flusso che descrive il processo di gestione dei consumi energetici domestici secondo una forma di attuazione dell'invenzione;

- la figura 5 descrive un esempio di trasmissione dati da parte dell'elettrodomestico verso il dispositivo di controllo 160 o 191 secondo una forma di attuazione dell'invenzione;

- la figura 6 rappresenta infine un diagramma di flusso della routine di ricezione, da parte del dispositivo 160 o 191, dei dati inviati dall'elettrodomestico sotto forma di assorbimenti di corrente secondo una forma di attuazione dell'invenzione.

Descrizione di forme di attuazione preferite dell'invenzione

Nella seguente descrizione sono illustrati vari dettagli specifici finalizzati ad un'approfondita comprensione delle forme di attuazione. Le forme di attuazione possono essere realizzate senza uno o più dei dettagli specifici, o con altri metodi. In altri casi, strutture o operazioni note non sono mostrate o descritte in dettaglio per evitare di rendere oscuri vari aspetti delle forme di attuazione. Il riferimento ad "una forma di attuazione" nell'ambito di questa descrizione sta ad indicare che una particolare configurazione, struttura o caratteristica descritte in relazione alla forma di attuazione è compresa in almeno una forma di attuazione. Quindi, frasi come "in una forma di attuazione" e simili, presenti in diversi luoghi di questa descrizione, non sono necessariamente riferite alla stessa forma di attuazione. Inoltre, particolari conformazioni, strutture o caratteristiche possono essere combinate in un modo adeguato in una o più forme di attuazione, anche diverse da quelle descritte. I riferimenti qui utilizzati sono soltanto per comodità e non definiscono dunque l'ambito

di tutela o la portata delle forme di attuazione.

In figura 1a è rappresentato schematicamente un sistema elettrodomestico secondo una forma di attuazione dell'invenzione, comprendente un'utenza elettrica, qui rappresentata da un generico elettrodomestico 100, dotato di un sistema di controllo digitale 110, ed un dispositivo di controllo 160, in seguito definito anche “*smart plug*”, qui interposto fra il cavo di alimentazione 150 dell'elettrodomestico e la relativa presa di corrente 190. Il dispositivo di controllo 160 è dotato di una presa di corrente 152 o simile, cui va connessa la spina 151 del cavo di alimentazione dell'elettrodomestico, o comunque il cavo stesso, e dispone altresì di una spina 153 per connettersi a sua volta alla presa di corrente 190. Il dispositivo di controllo 160 è inoltre dotato di mezzi di interfacciamento, qui rappresentati da un nodo di comunicazione 175, attraverso il quale esso può connettersi ad una rete di comunicazione 180, particolarmente una rete locale. Alla rete locale 180 è eventualmente connesso anche un dispositivo “*energy manager*” 185, di qualunque tipo noto, che svolge la funzione di gestore energetico domestico.

Nella stessa figura 1a è evidenziato il flusso bidirezionale di informazioni 105 che, in una forma di attuazione preferita ma non esclusiva dell'invenzione, l'elettrodomestico 100 e il dispositivo di controllo 160 si scambiano. Come risulterà maggiormente chiaro in seguito, le informazioni dall'elettrodomestico 100 al dispositivo di controllo 160 sono codificate sotto forma di assorbimenti impulsivi di corrente che il dispositivo di controllo 160 è in grado di misurare e decodificare, mentre le informazioni dal dispositivo 160 all'elettrodomestico 100 sono codificate dal primo effettuando una modulazione, tramite brevi buchi di rete opportunamente intervallati fra di loro, della corrente o potenza elettrica fornita alla seconda, modulazione che quest'ultima è in grado di decodificare.

Preferibilmente, le informazioni in questione riguardano richieste di modifica degli assorbimenti di potenza avanzate dal dispositivo di controllo 160 all'elettrodomestico 100 e, in risposta, il *feedback* del sistema di controllo 110 dell'elettrodomestico, descrivente le azioni di modifica degli assorbimenti di potenza che quest'ultimo è in grado di effettuare nel rispetto dei vincoli imposti dalla sua fase di lavoro corrente.

In una diversa forma di attuazione dell'invenzione, in cui le funzioni svolte dal dispositivo 160 di figura 1a sono integrate all'interno di una presa di corrente 191 (che

chiameremo anche "*presa intelligente*" o "*smart plug*"), è rappresentata in figura 1b. La presa di corrente 191 è connessa alla sorgente di alimentazione, qui rappresentata dal sistema elettrico dell'ambiente in cui si trova, attraverso un connettore 154 ed è in grado, secondo una forma di attuazione dell'invenzione, di misurare i consumi di potenza elettrica dell'elettrodomestico 100 ad essa connesso, di rilevare gli assorbimenti impulsivi di corrente inviati in forma codificata dal sistema di controllo 110 dello stesso elettrodomestico 100, di decodificare le relative informazioni ed eventualmente di condividere dette informazioni con altri dispositivi attraverso la rete locale 180 cui è connessa, preferibilmente mediante la stessa interfaccia rappresentata dal nodo di comunicazione 175.

Il sistema di controllo 110 dell'elettrodomestico, rappresentato in figura 2, invia informazioni al dispositivo di controllo 160 o alla "presa intelligente" 191 sfruttando, secondo una forma di attuazione preferita dell'invenzione, il fatto che i singoli carichi elettrici dell'elettrodomestico 100 - uno dei quali indicato con 130 - sono gestiti attraverso relativi mezzi interruttori controllabili 125 che, in base al segnale di comando 120 gestito da un circuito attuatore 115 del sistema di controllo 110, ricevono o meno l'alimentazione alternata di rete. In particolare, e riferendosi all'esempio schematico rappresentato, la chiusura dell'interruttore 125 fa sì che ai capi del carico elettrico 130 venga applicata la tensione di rete monofase associata ai cavi 140 (Linea) e 145 (Neutro) e che di conseguenza tale carico elettrico 130 assorba corrente.

La trasmissione codificata di informazioni da parte dell'elettrodomestico avviene, secondo una forma di attuazione preferita dell'invenzione, agendo in modalità ON-OFF sull'interruttore 125, che può essere rappresentato dal contatto di un *relay* elettromeccanico oppure da un *triac* (cioè un *relay* allo stato solido), in modo da provocare il passaggio o meno di corrente sul carico elettrico 130 in corrispondenza rispettivamente dello stato di chiuso o di aperto del contatto dell'interruttore 125: tali sequenze di attivazioni ON ed OFF sono acquisite e decodificate da un dispositivo esterno di tipo 160 o 191.

I dispositivi 160 e 191, descritti in modo schematico rispettivamente dalle figure 3a e 3b, dispongono dei medesimi mezzi per misurare gli assorbimenti di corrente del relativo elettrodomestico, qui comprendenti un *power meter* (cioè un misuratore di potenza elettrica) 165, coadiuvato da un sensore di tensione 166 e da un sensore di

corrente 167. I dispositivi 160 e 191 hanno la medesima logica di controllo 170 per gestire lo stato di chiusura o di apertura del contatto di un interruttore controllabile 171, preferibilmente un *relay*, dispongono di un'analogica presa di corrente 152 o altro connettore cui connettere il cavo di alimentazione 150-151 dell'elettrodomestico e si interfacciano nel medesimo modo (uso di un nodo di comunicazione 175) ad una rete locale 180. Ciò che differenzia i due dispositivi è unicamente il fatto che il primo, ossia il dispositivo di controllo 160, dispone di mezzi 153 (quali una spina di corrente a tre poli) per connettersi ad una presa di corrente standard, mentre il secondo, ossia la "presa intelligente" 191, è dotato di morsetti o simili per connettersi ad un impianto elettrico domestico standard o di tipo proprietario, ovvero la sorgente di corrente elettrica: in tale ottica, il dispositivo 191 può essere considerato una presa di corrente evoluta. In entrambi i casi, il nodo di comunicazione 175 può essere basato su radiofrequenza (ad esempio: WiFi, ZigBee, Z-Wave, ...) oppure su *powerline* (KNX, LonTalk, Homeplug, ...), mentre, solo nel caso del dispositivo 191, esso può interfacciarsi direttamente con un sistema bus su cavo elettrico, sia di tipo standard che di tipo proprietario.

La trasmissione codificata di informazioni da parte del dispositivo di controllo 160 o 191 avviene, secondo una forma di attuazione preferita dell'invenzione, agendo in modalità ON-OFF sull'interruttore 171, che può essere vantaggiosamente rappresentato anche dal contatto di un *relay* elettromeccanico, in modo da realizzare una breve sequenza di brevi interruzioni di durata fissa, o "buchi di rete", della tensione alternata di rete che alimenta l'utenza elettrica 100, intervallate o separate da periodi o intervalli di alimentazione di durata variabile, dove tali periodi o intervalli sono suscettibili di contenere in forma codificata l'informazione trasmessa e le interruzioni sono di durata tale da non arrecare alcun disturbo al corretto funzionamento dell'elettronica di controllo 110 dell'utenza elettrica stessa.

La figura 3c descrive la suddetta comunicazione ON/OFF, effettuata dal dispositivo di controllo 160 o 191 attraverso l'interruttore 171 secondo una forma di attuazione preferita dell'invenzione. Una prima breve interruzione SPF1 della tensione di alimentazione dell'elettrodomestico 100 - di durata "A" pari a un valore compreso in un determinato *range* che non produca alcun disturbo al sistema di controllo 110 dell'elettrodomestico 100 - svolge la funzione di inizio trasmissione o *header*. Tale prima breve interruzione è poi seguita dall'intervallo "Pausa1", in cui l'elettrodomestico

è alimentato regolarmente, la cui durata “B” è associata, in forma opportunamente codificata, all’informazione da trasmettere. Segue poi un secondo “buco di rete” SPF2, avente la medesima durata “A” del precedente, che funge da delimitatore di fine del primo intervallo “Pausa1” e di inizio di un secondo intervallo “Pausa2”, avente la medesima durata “B” del precedente e la cui fine è delimitata da un terzo ed ultimo buco di rete SPF3 della stessa durata “A” dei precedenti.

La durata “A” dei buchi di rete è breve, ovverosia tale per cui l’alimentazione a bassa tensione continua erogata al sistema di controllo 110 dell’elettrodomestico non subisce alcuna perturbazione. Per esempio, tale durata “A” può essere compresa fra 40 e 60 mS, che rappresenta un intervallo di tempo gestibile anche con un *relay* elettromeccanico e tale per cui il relativo “buco di rete” non causa perturbazioni al sistema di controllo dell’elettrodomestico. L’intervallo “Pausa2”, la cui durata è di preferenza volutamente coincidente con quella del primo intervallo “Pausa1”, determina la fine della trasmissione.

La figura 3d mostra una rappresentazione con scala dei tempi amplificata della parte della figura 3c relativa all’intervallo “Pausa1” ed evidenzia la modalità di codifica, secondo una forma di applicazione preferita dell’invenzione, dell’informazione trasmessa dal dispositivo di controllo 160 o 191.

In particolare, la figura 3d ipotizza, a puro titolo esemplificativo e non limitativo, una durata dell’intervallo “Pausa1” compresa fra un minimo di 2 secondi (2000 mS) e un massimo di 3 secondi (3000 mS), dove la frazione conclusiva dell’intervallo “Pausa1” – frazione qui ipotizzata essere pari ad un 1 secondo - è suddivisa in una pluralità di sotto-intervalli (“*slot*”) temporali uguali - qui ipotizzati essere 8 slot temporali da 125 millisecondi ciascuno - corrispondenti ad altrettante tipologie di informazioni (richieste, comandi, altri tipi di informazioni) da trasmettere; nel caso specifico, il buco di rete SPF2 (la cui durata è ipotizzata essere $B = 50$ mS) che delimita la fine dell’intervallo associato a “Pausa1”, cade all’interno dello slot n. 5, essendo la durata B di “Pausa1” pari a 2537,5 mS (infatti $B = 2000\text{mS} + 4 \cdot 125\text{mS} + 37,5\text{mS} = 1527,5\text{mS}$, essendo 37,5 mS l’intervallo fra l’inizio dello slot n. 5 e l’inizio del buco di rete SPF2, quest’ultimo ipotizzato come già detto di durata $A=50\text{mS}$ e centrato all’interno dello slot n. 5 stesso).

E’ evidente che la medesima rappresentazione di figura 3d sarà, secondo

l'invenzione, utilizzata dal sistema di controllo 110 dell'elettrodomestico 100 per decodificare il tipo di informazione (fra gli 8 possibili ipotizzati nell'esempio raffigurato) individuata dalla durata dell'intervallo di tempo che intercorre fra i buchi di rete SPF1 e SPF2, validata dalla successiva identica misura dell'intervallo compreso fra SPF2 e SPF3. Tali durate sono determinate dal sistema di controllo 110 dell'elettrodomestico 100 attraverso la misura dell'intervallo di tempo che intercorre fra due passaggi successivi per lo zero della tensione alternata di rete, essendo detti passaggi per lo zero della tensione di rete forniti dal segnale di *zero crossing* che tipicamente è impiegato, secondo l'arte nota, dai sistemi di controllo digitali di elettrodomestici per sincronizzare l'attivazione tramite *triac* dei loro carichi elettrici o per altri scopi simili.

Molteplici sono le possibilità di codificare informazioni attraverso azioni di tipo ON/OFF, effettuate dal dispositivo di controllo 160 o 191 attraverso brevi interruzioni della tensione di rete, senza comunque uscire dall'ambito della presente invenzione. Analogamente, molteplici sono le possibilità di codificare informazioni sempre attraverso azioni di tipo ON-OFF, effettuate dal sistema di controllo 110 di un elettrodomestico 100, su un carico elettrico 130 appartenente al medesimo elettrodomestico, senza comunque uscire dall'ambito della presente invenzione.

Riguardo a quest'ultimo aspetto relativo alla trasmissione dati da parte dell'elettrodomestico, in una prima forma di attuazione non limitativa, la codifica può essere associata ad una sequenza di azioni di chiusura e di apertura dell'interruttore 125 associate a periodi di durata fissa, cui corrispondono rispettivamente uno "zero logico" (interruttore aperto durante il suddetto periodo fisso) o un "uno logico" (interruttore chiuso durante il suddetto periodo fisso), come per esempio è il caso in cui l'interruttore 125 sia rappresentato da un *triac* e la durata fissa dei tempi di apertura e di chiusura coincida con il periodo di rete, pari a 20 o 16,67 millisecondi se la frequenza di rete è rispettivamente di 50 o 60 Hz. Un esempio noto di questo tipo di trasmissione è descritto per esempio nella già citata domanda di brevetto internazionale WO 02/21664, i cui insegnamenti al riguardo sono qui incorporati.

In una seconda una forma di attuazione particolarmente vantaggiosa, che include vantaggiosamente anche il caso in cui l'interruttore 125 sia rappresentato dal contatto di un comune *relay* elettromeccanico, il sistema di codifica delle informazioni inviate

dall'elettrodomestico 100 è rappresentato da una sequenza di operazioni di chiusura e di apertura del contatto 125 associate a periodi di durata variabile, essendo l'informazione utile contenuta nella durata di detti periodi. Tale modalità di codifica può essere implementata con estremo vantaggio in tutti quei casi in cui l'elettrodomestico non disponga di un sistema di controllo evoluto, ovvero includente mezzi necessari per implementare la tecnica di comunicazione descritta nella citata domanda di brevetto internazionale WO 02/21664, che presuppongono un'elevata precisione di misura, ad esempio del tempo (in termini di microsecondi).

Le modalità di codifica dei dati inviati dall'elettrodomestico 100, basate appunto sulle durate degli impulsi di ON e di OFF applicati al carico elettrico 130, possono essere molteplici. Una possibile implementazione della codifica di dati di cui alla succitata seconda forma di attuazione è mostrata in figura 5, dove è rappresentata una sequenza di impulsi di durata variabile (durata dipendente dal valore del dato associato a ciascun periodo) associate al passaggio di corrente sul carico 130 (corrispondente alla chiusura del contatto 125), intervallati da pause fisse associate all'apertura del contatto 125. In particolare, il primo dato di inizio trasmissione (*header*) è rappresentato da un impulso di corrente - derivante dall'applicazione della tensione di rete ai capi del carico 130 attraverso la chiusura del contatto 125 - di durata pari ad 1 secondo, corrispondente a 50 cicli di rete con periodo di 20 millisecondi (frequenza di rete di 50 Hz), cui segue, dopo una pausa fissa di 1 secondo, il Data1 che indica il tipo di dato (*type*) che seguirà e che è stato ipotizzato corrispondere al numero decimale 62 ("3E" in esadecimale e "00111110" in binario) e quindi di durata pari a $62 \times 20 \times 10^{-3} = 1,24$ secondi. Dopo un'altra pausa di 1 secondo segue il Data2 che rappresenta il dato utile da trasmettere, che nell'esempio ipotizzato è pari a 88 decimale ("58" esadecimale e "01011000" binario), cioè con una durata di $88 \times 20 \times 10^{-3} = 1,76$ secondi. Segue poi, dopo un'ulteriore pausa di 1 secondo, il Data3 che replica il Data2 e conclude la trasmissione.

In termini generali, quindi, la durata variabile degli impulsi dipende dal valore del dato da trasmettere ed è di preferenza un multiplo - non necessariamente intero - del periodo di rete. In precedenza si è esemplificata un'implementazione in relazione ad una frequenza di rete di 50 Hz, ma è evidente che il medesimo concetto è applicabile anche al caso di altra frequenza di rete, tipicamente 60 Hz.

Il significato di Data1, Data2 e Data3 può essere ricavato utilizzando il loro

rispettivo valore come puntatore ad un elemento di una corrispondente tabella, comune sia all'elettrodomestico 100 che al dispositivo di controllo esterno 160 o 191, il cui contenuto rappresenta rispettivamente per l'elettrodomestico il dato inviato al dispositivo di controllo esterno in forma codificata attraverso opportune sequenze di assorbimenti di potenza e, per il dispositivo di controllo esterno, la decodifica del valore ricevuto.

Il Data1 serve, come detto, per definire il tipo di informazione o dato che è inviato; ad esempio, in una forma di attuazione, il Data1 può riguardare:

Caso a. una informazione relativa alla risposta (*feedback*) dell'elettrodomestico 100 a una richiesta di modifica del suo assorbimento di potenza da parte del dispositivo di controllo 160 o 191; tale risposta descrive le modifiche ai propri consumi di potenza che il sistema di controllo 110 dell'elettrodomestico 100 è effettivamente in grado di attuare nel rispetto dei vincoli propri della fase di lavoro corrente;

Caso b. una informazione relativa allo stato di funzionamento attuale (*status*) dell'elettrodomestico, utile per esempio per informare l'utente sullo stato di avanzamento di un determinato programma (programma di lavaggio, se si tratta di una lavatrice o di una lavastoviglie, oppure programma di cottura o altro) attraverso i mezzi di comunicazione di un sistema di *home automation* connesso alla rete locale 180 che veda l'elettrodomestico stesso come un dispositivo periferico associato al suo sistema;

Caso c. una informazione relativa ad un evento d'interazione (*event*) con l'elettrodomestico da parte dell'utente, essendo detta informazione utile per esempio nel caso in cui alla rete locale 180 sia connesso un sistema di telemedicina che utilizzi gli elettrodomestici come fonte d'informazione sul comportamento giornaliero (*daily behavior*) di un utente fragile che necessiti di assistenza;

Caso d. un dato statistico (*statistic*) riguardante i cicli di lavoro effettuati dall'elettrodomestico o altra informazione ritenuta utile dal costruttore dell'elettrodomestico stesso;

Caso e. un codice diagnostico (*diagnostic*) elaborato dal sistema di autodiagnosi dell'elettrodomestico, utile per assistere da remoto il prodotto;

Caso f. la tipologia dell'elettrodomestico (*type*) che è connesso al dispositivo esterno 160 o 191 (*smart plug*).

Con riferimento al "Caso a" (*feedback*), il sistema di controllo 110

dell'elettrodomestico 100, una volta ricevuta la comunicazione da parte del dispositivo di controllo 160 o 191 e provveduto a decodificare il tipo di informazione ricevuto (che, a puro titolo esemplificativo non limitativo ispirato al campo di applicazione preferenziale della presente invenzione, è ipotizzato riguardare una richiesta di modifica della potenza assorbita dall'elettrodomestico), invia come riscontro (*feedback*) al dispositivo di controllo una informazione riguardante le decisioni operative prese nel rispetto dei vincoli propri della fase di lavoro in cui l'elettrodomestico si trova ad operare in quel momento. Le suddette decisioni operative prese dall'elettrodomestico rappresentano un riscontro per il gestore energetico domestico (185) che, a fronte di tali informazioni provvederà ad aggiornare la sua strategia di controllo; tali informazioni potranno essere positive (pieno accoglimento della richiesta), di compromesso (accoglimento parziale della richiesta, cioè parziale variazione dei consumi di potenza) e negative (non accoglimento della richiesta).

La richiesta di modifica degli assorbimenti di potenza, avanzata all'elettrodomestico 100 dall'*energy manager* 185 attraverso il dispositivo di controllo 160 o 191, potrà riguardare sia una riduzione dell'assorbimento, rappresentante il caso più frequente in cui è necessario evitare i picchi di consumo di elettricità, sia, viceversa, un invito ad aumentare il consumo stesso, essendo in quest'ultimo caso presente una situazione di sovrapproduzione di energia elettrica che l'utility intende smaltire abbassando dinamicamente, per esempio, il costo della stessa. Entrambi i casi rientrano negli ambiti applicativi della presente invenzione, anche se, in una forma di attuazione preferenziale, ci si riferisce prevalentemente al primo di essi, associato a situazioni in cui la rete elettrica non riesce a soddisfare pienamente le richieste di potenza da parte degli utilizzatori.

Sulla base dei criteri appena descritti, il comportamento dell'elettrodomestico 100 e del relativo dispositivo 160 o 191, in risposta alle eventuali richieste di un sistema di *energy management*, è rappresentato dal diagramma di flusso di figura 4, dove il blocco di partenza 200 cede il controllo al blocco di test 205, il quale verifica la presenza o meno di una richiesta, da parte dell'*energy manager* 185, di modificare l'assorbimento di potenza dell'elettrodomestico 100, indicato nel diagramma anche con HA. Se non è in atto una richiesta di variazione dei consumi, il controllo passa al blocco 215, che ribadisce la regolare fornitura dell'alimentazione di rete all'elettrodomestico e torna al

blocco iniziale 200; altrimenti, il dispositivo di controllo 160 o 191, indicato nel diagramma di figura 4 con il termine di *smart plug* o SP, invia all'elettrodomestico una richiesta formale di modifica (di riduzione o di aumento, dipendentemente dalla situazione operativa della rete elettrica) del proprio assorbimento di potenza e passa il controllo al blocco 220, in corrispondenza del quale il sistema di controllo dell'elettrodomestico verifica la possibilità o meno di soddisfare la richiesta, in rapporto ai vincoli imposti dalla sua fase di lavoro corrente, e passa il controllo al blocco di test 225, che verifica la possibilità o meno di completo soddisfacimento della richiesta da parte dell'elettrodomestico. In caso positivo, l'elettrodomestico invia allo *smart plug* un *feedback* di pieno accoglimento della richiesta e il controllo torna al blocco iniziale 200; altrimenti, il controllo passa al blocco di test 225, che verifica se l'elettrodomestico può soddisfare almeno parzialmente la richiesta di modifica del proprio assorbimento di potenza. In caso positivo, l'elettrodomestico fornisce allo *smart plug* un *feedback* in cui descrive il tipo di modifica dell'assorbimento di potenza che è in grado di effettuare e che sta rendendo operativo, e il controllo torna al blocco iniziale 200; altrimenti, l'elettrodomestico comunica allo *smart plug* la sua impossibilità ad accogliere la richiesta da parte dell'*energy manager* della casa e il controllo torna ancora al blocco iniziale 200.

Con riferimento al “Caso b” (*status*), l'elettrodomestico rende noto lo stato di funzionamento, che può essere per esempio la fase di avanzamento di un programma di lavaggio o di cottura o altro, dipendentemente dal tipo di elettrodomestico. Detta informazione è rinnovata, in un'attuazione preferita, in corrispondenza di ogni cambiamento di stato da parte dell'elettrodomestico. L'informazione di stato è molto utile soprattutto quando l'elettrodomestico fa parte di un sistema di *home automation*, in quanto consente a detto sistema di tenere informato l'utente, attraverso i mezzi d'interazione di cui dispone (ad esempio un dispositivo visualizzatore interfacciato alla rete 180), riguardo allo stato di avanzamento di un determinato programma associato all'elettrodomestico stesso (di particolare interesse, per esempio, è lo stato di “fine programma”, che avverte l'utente che la cottura è terminata e il pranzo è pronto, oppure che il lavaggio è concluso ed è possibile stirare i panni appena lavati). In tal caso la durata dell'impulso (Data2) rappresenta in forma codificata il nuovo stato assunto dall'elettrodomestico.

Con riferimento al “Caso c” (*event*), l’elettrodomestico rende noto il verificarsi di un evento d’interazione con l’utente (per esempio l’apertura della porta del frigorifero, l’attivazione di un programma di lavaggio, l’attivazione di un programma di cottura, e così via). Questo tipo d’informazione è particolarmente utile se l’elettrodomestico è impiegato anche come “sensore di vitalità” nell’ambito di un sistema di telemedicina: in tal caso, infatti, esso può fornire indicazioni sul comportamento giornaliero di un utente fragile (per esempio un anziano con malattia di Alzheimer), contribuendo allo studio delle sue abitudini comportamentali ed alla individuazione di eventuali comportamenti anomali che possano evidenziare l’aggravamento di una malattia o il sintomo di una malattia incipiente. In tal caso la durata dell’impulso (Data2) esprime il tipo di evento che è occorso.

Con riferimento al “Caso d” (*statistic*), l’elettrodomestico fornisce indicazioni per esempio sul tipo di programma in esecuzione, ciò può servire al costruttore come dato statistico che informa sulla frequenza e modalità d’uso del prodotto, informazioni utili per apportare eventuali modifiche migliorative al prodotto ed anche per migliorarne l’assistenza: grazie a queste informazioni è possibile, infatti, stimare lo “stato di usura” dell’elettrodomestico e, se necessario, intervenire con operazioni di manutenzione preventiva. In tal caso la durata dell’impulso (Data2) individua il tipo del programma corrente eseguito dall’elettrodomestico.

Con riferimento al “Caso e” (*diagnostic*), l’elettrodomestico invia un eventuale codice di *fault* o di *warning*, rilevato dal suo sistema interno di autodiagnosi. Il codice di *fault* individua uno specifico guasto che necessita di intervento d’assistenza immediato, mentre il codice di *warning* segnala un problema meno grave, che non causa l’interruzione del servizio offerto dal prodotto ma che ne può degradare le prestazioni: il tutto risultante molto utile per offrire all’utente un buon servizio di assistenza remota. In tal caso la durata dell’impulso (Data2) è associata al codice che individua l’evento diagnostico (*fault* o *warning*) rilevato.

Con riferimento infine al “Caso f” (*type*), l’elettrodomestico comunica la sua identità (frigorifero, frigo-congelatore, lavastoviglie, lavatrice, asciugatore, forno, piano di cottura, cappa aspirante, e così via), in modo che il dispositivo 160 o 191 possa interpretare correttamente tutte le informazioni che questo gli invierà. Tale operazione può essere per esempio effettuata in corrispondenza di ogni operazione di *power on*

dell'elettrodomestico. In tal caso la durata dell'impulso (Data2) è associata al codice che individua la tipologia dell'elettrodomestico.

Tornando ancora all'esempio di figura 5, il dato utile espresso dal Data2 è associato a un impulso di corrente di durata pari a 1,76 secondi, corrispondente ad 88 cicli di rete ("58" esadecimale, "01011000" binario), ed esprime un determinato valore il cui significato dipende dalle regole di codifica adottate e dal significato di Data1 (tipo di informazione trasmessa). Infine la durata dell'ultimo impulso (Data3) coincide volutamente con quella dell'impulso precedente (Data2) e rappresenta un modo per verificare la corretta ricezione di quest'ultimo e anche per segnalare la fine della trasmissione.

I vantaggi dell'esempio di applicazione dell'invenzione rispetto ad un sistema *smart plug* di tipo tradizionale sono evidenti. Si supponga il caso in cui

- l'elettrodomestico sia rappresentato da una lavatrice che stia eseguendo un lavaggio a 60°C,

- che l'interruzione forzata dell'alimentazione debba avvenire in prossimità della conclusione di una fase di riscaldamento dell'acqua di lavaggio, per esempio quando la temperatura dell'acqua abbia raggiunto 59°C, e

- che la suddetta interruzione debba permanere per un tempo tale che la stessa temperatura scenda a 40°C.

In un sistema tradizionale l'alimentazione elettrica alla macchina verrebbe semplicemente interrotta e, alla riattivazione dell'alimentazione, il sistema di controllo della macchina dovrebbe recuperare i 19°C persi, tornando ad attivare la resistenza di riscaldamento per raggiungere il valore obiettivo di 60°C. Ne segue un'evidente inefficienza, dovuta alla necessità di riscaldare nuovamente l'acqua di lavaggio, oltre che un prolungamento della durata del lavaggio stesso causata dal tempo richiesto dal nuovo riscaldamento. L'utente pertanto ne risulterà svantaggiato, mentre l'*utility* avrà ottenuto, per contro, il doppio vantaggio di ridurre i consumi in un momento di picco e di fatturare una quantità maggiore di energia elettrica all'utente.

Nel sistema secondo l'invenzione, al contrario, è la stessa macchina che, in risposta a una richiesta di riduzione degli assorbimenti di potenza da parte del dispositivo di controllo 160 o 191 - il quale a sua volta è portavoce di una richiesta avanzata dall'*energy manager* 185 - effettua la disattivazione della resistenza di

riscaldamento dell'acqua (che tipicamente assorbe una potenza di 2 kW) ma continua l'operazione di lavaggio, caratterizzata dalla sola rotazione alternata del cestello, che comporta un assorbimento di potenza dieci volte più basso rispetto a quello richiesto durante la precedente fase di riscaldamento e, quindi, soddisfacendo completamente la richiesta dell'*energy manager* 185.

Nella figura 6 è rappresentato un diagramma di flusso di un esempio non limitativo di routine di ricezione, da parte del dispositivo 160 o 191, dei dati trasmessi dall'elettrodomestico sotto forma di assorbimenti di corrente secondo una forma di attuazione dell'invenzione. Detta routine impiega delle variabili, qui esemplificate in A, B, C, D, E, F e G, denominate "variabili di fase" essendo associate alle varie fasi di una trasmissione indicate in figura 5, ed assegna il valore 1 (blocchi 475 e 520 per la variabile A, blocco 375 per la variabile B, blocco 345 per la variabile C, blocco 425 per la variabile D, blocco 405 per la variabile E, blocco 440 per la variabile F e blocco 515 per la variabile G) alla variabile corrispondente alla fase corrente della trasmissione secondo lo schema di figura 5, essendo tutte le altre variabili poste al valore zero.

La routine è chiamata dal sistema di controllo del dispositivo 160 o 191 ad intervalli di tempo fissi, per esempio coincidenti con il periodo di rete (20 millisecondi nel caso di frequenza di 50 Hz, come rappresentato in figura 5), e la misura della durata delle singole fasi della trasmissione è ottenuta sommando mediante il contatore CT (blocchi 365, 335, 430, 395, 450, 505 e 525 corrispondenti rispettivamente alle fasi A, B, C, D, E, F e G) il periodo di rete associato ad ogni chiamata della routine. La prima operazione svolta dal dispositivo 160 o 191 in occasione di ogni chiamata della routine di ricezione consiste nel confrontare la potenza P_{ABS} , assorbita dall'elettrodomestico in quel periodo di rete, con una determinata soglia di potenza P_{TH} assunta come riferimento. In base al risultato del confronto, la variabile BIT è posta ad 1 se $P_{ABS} > P_{TH}$ oppure a zero in caso contrario (blocchi 305, 310, 315, 320) e poi si passa ad individuare la fase corrente della trasmissione (blocchi di test 315, 325, 380, 385, 455, 460 e 465), caratterizzata dal valore 1 della variabile di fase, in corrispondenza della quale sono eseguite operazioni coerenti con il valore assunto dalla suddetta variabile BIT (blocchi di test 335, 330, 415, 390, 445, 495 e 470). In particolare, il segnale di sincronismo "header" di inizio trasmissione da parte dell'elettrodomestico (fase A) è riconosciuto dai blocchi 355-365-370-375, la durata della prima pausa fissa (fase B) è

verificata dai blocchi 330-335-340-345, la durata del Data1 (fase C) è individuata dai blocchi 415-420-425, la durata della seconda pausa fissa (fase D) è verificata dai blocchi 390-395-400-405, la durata del Data2 (fase E) è individuata dai blocchi 445-435-440, la durata della terza pausa fissa (fase F) è verificata dai blocchi 495-505-510-515 e infine la durata del Data3 (fase G) è individuata dai blocchi 470-475. Se il valore di Data3 coincide con il valore di Data2 (blocco di test 480), la trasmissione si conclude positivamente e i dati ricevuti sono contenuti nelle variabili Data1 e Data2; in tutte le altre situazioni, non è ricevuto alcun dato da parte del dispositivo 160 o 191 e le variabili in gioco sono azzerate (blocchi 360, 350, 485, 410 e 500).

In definitiva, nell'applicazione qui esemplificata, il dispositivo 160 o 191 svolge le seguenti funzioni:

- comunica dati o informazioni all'elettrodomestico, quali comandi o richieste, particolarmente richieste di modifica dei suoi assorbimenti;

- misura costantemente gli assorbimenti di potenza dell'elettrodomestico 100;

- individua, acquisisce e decodifica eventuali informazioni inviate dall'elettrodomestico attraverso variazioni di assorbimento di potenza effettuate mediante operazioni di tipo ON/OFF su un suo carico elettrico 130 in una qualsiasi delle modalità previste secondo l'invenzione;

- rende operativo il contenuto delle informazioni inviate dall'elettrodomestico e, nel caso in cui si tratti del *feedback* ad una richiesta di modifica dell'assorbimento di potenza da parte dell'*energy manager* 185, trasferisce l'informazione a quest'ultimo in modo che possa utilizzarla per aggiornare la propria strategia di gestione della potenza assorbita dall'intero ambiente domestico.

E' evidente che sono possibili numerose varianti per codificare informazioni agendo sull'interruttore 125 in modalità ON-OFF, combinando per esempio impulsi sia di durata fissa che di durata variabile, senza comunque uscire dall'ambito di copertura della presente invenzione. Inoltre, le sei diverse valenze associate al Data1 (*feedback, status, event, statistic, diagnostic, type*) sono soltanto alcuni esempi importanti delle possibili tipologie di informazioni che un elettrodomestico può comunicare verso l'esterno mediante il metodo sopra descritto, essendo ovviamente possibile inviare con il medesimo metodo anche altre tipologie di informazioni ritenute utili senza per questo uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione.

RIVENDICAZIONI

1. Un dispositivo di controllo per un'utenza elettrica, predisposto per essere operativamente interposto tra una linea di alimentazione elettrica (150, 151) dell'utenza elettrica (100) ed una relativa sorgente di alimentazione di tensione alternata, il dispositivo di controllo (160; 191) avendo un sistema di controllo digitale (165-167, 170, 171, 175) che comprende mezzi di trasmissione (170, 171) atti a codificare informazioni tramite interruzioni controllate della tensione alternata di alimentazione dell'utenza elettrica (100), i mezzi di trasmissione (170, 171) comprendendo un primo interruttore controllabile (171), atto a gestire in modalità ON-OFF la tensione alternata dalla sorgente di alimentazione all'utenza elettrica (100),

caratterizzato dal fatto che i mezzi di trasmissione (170, 171) sono predisposti per realizzare una codifica di informazioni tramite sequenze di interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) di durata fissa (A) della tensione alternata di alimentazione dell'utenza elettrica (100), due interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) di durata fissa (A) essendo separate da un relativo intervallo (Pausa1, Pausa2) di durata variabile (B), in cui l'informazione da trasmettere è associata alla durata variabile (B) dell'intervallo (Pausa1, Pausa2) e la durata fissa (A) delle interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) è tale da non perturbare il funzionamento dell'utenza elettrica (100).

2. Il dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui la codifica di informazioni comprende almeno

- una prima interruzione (SPF1) della tensione alternata di alimentazione dell'utenza elettrica (100),

- un primo intervallo (Pausa1), alla durata variabile (B) del primo intervallo (Pausa1) essendo associata l'informazione da trasmettere,

- una seconda interruzione (SPF2) della tensione alternata di alimentazione dell'utenza elettrica (100), avente la medesima durata (A) della prima interruzione (SPF1),

- un secondo intervallo (Pausa2), avente preferibilmente la medesima durata (B) del primo intervallo (Pausa1),

- una terza interruzione (SPF3) della tensione alternata di alimentazione dell'utenza elettrica (100), avente la medesima durata (A) della prima interruzione

(SPF1) e della seconda interruzione (SPF2).

3. Il dispositivo secondo la rivendicazione 1 o la rivendicazione 2, in cui l'intervallo, o ciascun intervallo (Pausa1, Pausa2), comprende una frazione di tempo predefinita suddivisa in una pluralità di sotto-intervalli temporali uguali, a ciascun sotto-intervallo corrispondendo un rispettivo tipo di informazioni da trasmettere.

4. Il dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui:

- la durata fissa (A) di dette interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) è compresa tra 40 e 60 mS, e/o

- la durata variabile (B) di detti intervalli è compresa tra 2000 e 3000 mS.

5. Il dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui il sistema di controllo digitale (165-167, 170, 171, 175) comprende mezzi (165-167) per ricevere informazioni (105) dall'utenza elettrica (100).

6. Il dispositivo secondo la rivendicazione 5, in cui i mezzi (165-167) per ricevere informazioni (105) dall'utenza elettrica (100) comprendono mezzi (165, 166, 167) per misurare variazioni della corrente elettrica assorbita dall'utenza elettrica (100) e mezzi (170) per decodificare informazioni codificate da un sistema di controllo (110) dell'utenza elettrica (100) sotto forma di assorbimenti impulsivi di corrente.

7. Il dispositivo secondo la rivendicazione 6, in cui il sistema di controllo digitale (165-167, 170, 171, 175) è configurato per effettuare la decodifica di dette informazioni (105) dall'utenza elettrica (100) tramite rilevazione di una sequenza di impulsi di assorbimento di potenza elettrica di durata variabile da parte dell'utenza elettrica (100), intervallati da pause fisse.

8. Il dispositivo secondo la rivendicazione 6, in cui il sistema di controllo digitale (165-167, 170, 171, 175) è configurato per effettuare la decodifica di dette informazioni (105) dall'utenza elettrica (100) tramite rilevazione di una sequenza di impulsi di assorbimento di potenza elettrica di durata fissa da parte dell'utenza elettrica (100).

9. Il dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-8, in cui il sistema di controllo digitale (165-167, 170, 171, 175) include mezzi di interfacciamento (175) ad una rete di comunicazione (180) ed è predisposto per:

- comunicare all'utenza elettrica (100) una richiesta di variazione dei suoi consumi di potenza elettrica, e

- ricevere dall'utenza elettrica (100) un riscontro alla detta richiesta di variazione

dei consumi di potenza elettrica, detto riscontro includendo in particolare informazioni su decisioni operative prese da un sistema di controllo (110) dell'utenza elettrica (100) nel rispetto dei vincoli propri della fase di lavoro in cui l'utenza stessa si trova ad operare al momento della detta richiesta di variazione;

- comunicare detto riscontro sulla rete di comunicazione (180).

10. Il dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-9, in cui dette informazioni (105) dall'utenza elettrica (100) comprendono una o più informazioni selezionate tra: tipologia di utenza elettrica, stato di funzionamento dell'utenza elettrica, eventi d'interazione di un utilizzatore con l'utenza elettrica, dati statistici su frequenza e modalità d'uso dell'utenza elettrica, dati diagnostici generati da un sistema di autodiagnosi dell'utenza elettrica.

11. Il dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 5-10, in cui il sistema di controllo digitale (165-167, 170, 171, 175) include mezzi di interfacciamento (175) ad una rete di comunicazione (180) ed è predisposto per:

- ricevere informazioni disponibili sulla rete di comunicazione (180), quali richieste di variazione dei consumi di potenza elettrica dell'utenza elettrica (100), e/o

- rendere disponibili sulla rete di comunicazione (180) dette informazioni (105) dall'utenza elettrica (100).

12. Il dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente primi mezzi di collegamento (152) per la connessione a detta linea di alimentazione (105, 151) dell'utenza elettrica (100) e secondi mezzi di collegamento (153; 154) per la connessione a detta sorgente di alimentazione.

13. Il dispositivo secondo la rivendicazione 12, configurato come dispositivo mobile (160), collegabile tra un cavo di alimentazione (150, 151) dell'utenza elettrica (100) ed una presa di corrente (190), oppure integrato in una presa di corrente (191).

14. Un metodo di comunicazione da un dispositivo di controllo (160; 191) ad un'utenza elettrica (100), comprendente

- provvedere un dispositivo di controllo (160; 191) secondo una o più delle rivendicazioni 1-13;

- provvedere un'utenza elettrica (100);

- interporre il dispositivo di controllo (160; 191) tra una linea di alimentazione elettrica (150, 151) dell'utenza elettrica (100) ed una relativa sorgente di alimentazione

di tensione alternata;

- trasmettere informazioni dal dispositivo di controllo (160; 191) all'utenza elettrica (100), quali richieste di variazione degli assorbimenti di potenza elettrica dell'utenza elettrica (100), mediante una codifica di informazioni che comprende sequenze di interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) di durata fissa (A) della tensione alternata di alimentazione dell'utenza elettrica (100),

in cui due interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) di durata fissa (A) sono separate da un relativo intervallo (Pausa1, Pausa2) di durata variabile (B) ed in cui l'informazione da trasmettere è associata alla durata variabile (B) dell'intervallo (Pausa1, Pausa2) e la durata fissa (A) delle interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) è tale da non perturbare il funzionamento dell'utenza elettrica (100).

15. Uso di un dispositivo di controllo (160; 191) in un sistema elettrodomestico che comprende

- un'utenza elettrica (100), avente almeno un carico elettrico (130) ed un sistema di controllo digitale (110) che include mezzi (115, 120, 125) per gestire flussi di corrente elettrica di alimentazione dell'almeno un carico elettrico (130);

- un dispositivo di controllo (160; 191) secondo una o più delle rivendicazioni 1-13;

in cui il sistema di controllo digitale (165-167, 170, 171, 175) del dispositivo di controllo (160; 191) comprende mezzi di trasmissione (170, 171) predisposti per realizzare una codifica di informazioni tramite sequenze di interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) di durata fissa (A) della tensione alternata di alimentazione dell'utenza elettrica (100), due interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) di durata fissa (A) essendo separate da un relativo intervallo (Pausa1, Pausa2) di durata variabile (B), in cui l'informazione da trasmettere è associata alla durata variabile (B) dell'intervallo (Pausa1, Pausa2) e la durata fissa (A) delle interruzioni (SPF1, SPF2, SPF3) è tale da non perturbare il funzionamento dell'utenza elettrica (100).

CLAIMS

1. An electric user control device, prearranged to be operatively set between an electrical supply line (150, 151) of the electric user (100) and a corresponding alternating voltage supply source, the control device (160; 191) having a digital control system (165-167, 170, 171, 175) that comprises transmission means (170, 171) capable of encoding information via controlled interruptions of the supply alternating voltage of the electric user (100), the transmission means (170, 171) comprising a first controllable switch (171), capable of managing in an ON-OFF mode the alternating voltage from the supply source to the electric user (100),

characterized in that the transmission means (170, 171) are prearranged for carrying out a coding of information via sequences of interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) having fixed duration (A) of the supply alternating voltage of the electric user (100), two interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) having fixed duration (A) being separated by a corresponding interval (Pause1, Pause2) having variable duration (B), wherein the information to be transmitted is associated to the variable duration (B) of the interval (Pause1, Pause2) and the fixed duration (A) of the interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) is such not to perturb operation of the electric user (100).

2. The device according to claim 1, wherein coding of information comprises at least

- a first interruption (SPF1) of the supply alternating voltage of the electric user (100),

- a first interval (Pause1), to the variable duration (B) of the first interval (Pause1) being associated the information to be transmitted,

- a second interruption (SPF2) of the supply alternating voltage of the electric user (100), having the same duration (A) as the first interruption (SPF1),

- a second interval (Pause2), having preferably the same duration (B) as the first interval (Pause1),

- a third interruption (SPF3) of the supply alternating voltage of the electric user (100), having the same duration (A) as the first interruption (SPF1) and the second interruption (SPF2).

3. The device according to claim 1 or claim 2, wherein the interval, or each

interval (Pause1, Pause2), comprises a predefined time fraction subdivided into a plurality of equal time-subintervals, to each subinterval there corresponding a respective type of information to be transmitted.

4. The device according to any of the preceding claims, wherein:

- the fixed duration (A) of said interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) is comprised between 40 and 60 mS, and/or

- the variable duration (B) of said intervals is comprised between 2000 and 3000 mS.

5. The device according to claim 1, wherein the digital control system (165-167, 170, 171, 175) comprises means (165-167) for receiving information (105) from the electric user (100).

6. The device according to claim 5, wherein the means (165-167) for receiving information (105) from the electric user (100) comprise means (165, 166, 167) for measuring changes of the electric current absorbed by the electric user (100) and means (170) for decoding information encoded by a control system (110) of the electric user (100) in the form of impulsive absorptions of current.

7. The device according to claim 6, wherein the digital control system (165-167, 170, 171, 175) is configured for carrying out decoding of said information (105) from the electric user (100) via detection of a sequence of pulses of electric power absorption having variable duration by the electric user (100), alternated to fixed pauses.

8. The device according to claim 6, wherein the digital control system (165-167, 170, 171, 175) is configured for carrying out decoding of said information (105) from the electric user (100) via detection of a sequence of pulses of electric power absorption having fixed duration by the electric user (100).

9. The device according to any of claims 5-8, wherein the digital control system (165-167, 170, 171, 175) includes interface means (175) for interfacing to a communication network (180) and is prearranged for:

- communicating to the electric user (100) a request of variation of the electric power consumptions thereof, and

- receiving from the electric user (100) a feedback to said request of variation of the electric power consumptions, said feedback including in particular information concerning operative decisions taken by a control system (110) of the electric user (100)

in compliance with constraints proper of the working phase the same electric user is performing at the time of said request of variation;

- communicating said feedback on the communication network (180).

10. The device according to any of claims 5-9, wherein said information (105) from the electric user (100) comprise one or more information selected from among: type of electric user, operating status of the electric user, events of interaction of an individual with the electric user, statistical data concerning frequency and modes of use of the electric user, diagnostic data generated by a self-diagnostic system of the electric user.

11. The device according to any of claims 5-10, wherein the digital control system (165-167, 170, 171, 175) includes interface means (175) for interfacing to a communication network (180) and is prearranged for:

- receiving information available on the communication network (180), such as requests of variation of the electric power consumptions of the electric user (100), and/or

- making available on the communication network (180) said information (105) from the electric user (100).

12. The device according to any of the preceding claims, comprising first connection means (152) for connection to said supply line (105, 151) of the electric user (100) and second connection means (153; 154) for connection to said supply source.

13. The device according to claim 12, configured as a movable device (160), which can be connected between a supply cable (150, 151) of the electric user (100) and a current socket (190), or else integrated in a current socket (191).

14. A method for communication from a control device (160; 191) to an electric user (100), comprising

- providing a control device (160; 191) according to one or more of claims 1-13;
- providing an electric user (100);
- setting the control device (160; 191) between an electrical supply line (150, 151) of the electric user (100) and a corresponding alternating voltage supply source;
- transmitting information from the control device (160; 191) to the electric user (100), such as requests of variation of the electric power absorptions of the electric user (100), via a coding of information that comprises sequences of interruptions (SPF1,

SPF2, SPF3) having fixed duration (A) of the supply alternating voltage of the electric user (100),

wherein two interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) having fixed duration (A) are separated by a corresponding interval (Pause1, Pause2) having variable duration (B) and wherein the information to be transmitted is associated to the variable duration (B) of the interval (Pause1, Pause2) and the fixed duration (A) of the interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) is such not to perturb operation of the electric user (100).

15. Use of a control device (160; 191) in an electric household system that comprises

- an electric user (100), having at least one electrical load (130) and a digital control system (110) that includes means (115, 120, 125) for managing flows of electric current of supply of the at least one electrical load (130);

- a control device (160; 191) according to one or more of claims 1-13;

wherein the digital control system (165-167, 170, 171, 175) of the control device (160; 191) comprises transmission means (170, 171) prearranged for carrying out a coding of information via sequences of interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) having fixed duration (A) of the supply alternating voltage of the electric user (100), two interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) having fixed duration (A) being separated by a corresponding interval (Pause1, Pause2) having variable duration (B), wherein the information to be transmitted is associated to the variable duration (B) of the interval (Pause1, Pause2) and the fixed duration (A) of the interruptions (SPF1, SPF2, SPF3) is such not to perturb operation of the electric user (100).

Fig. 1a

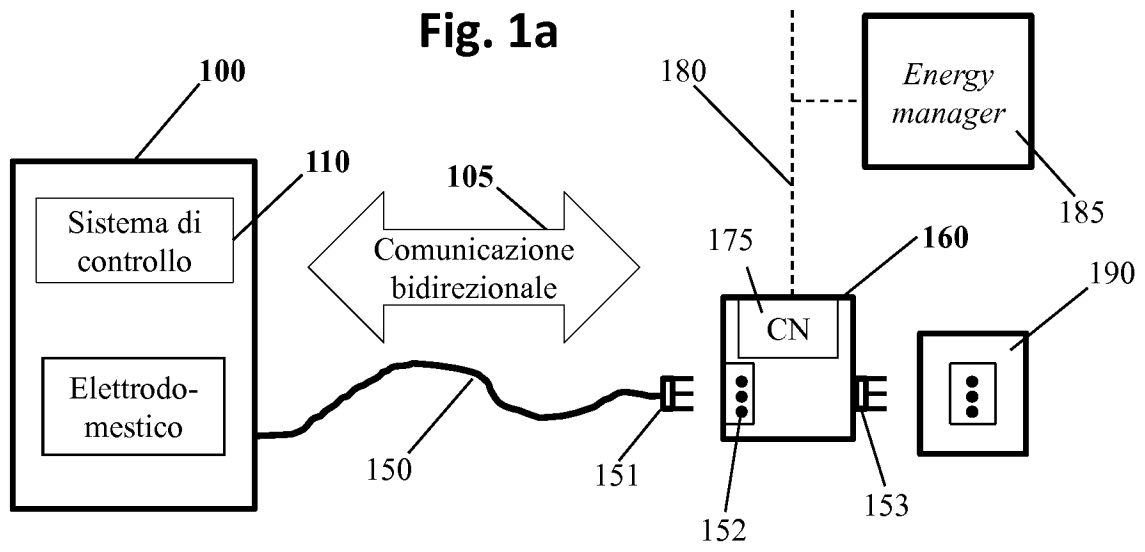


Fig. 1b

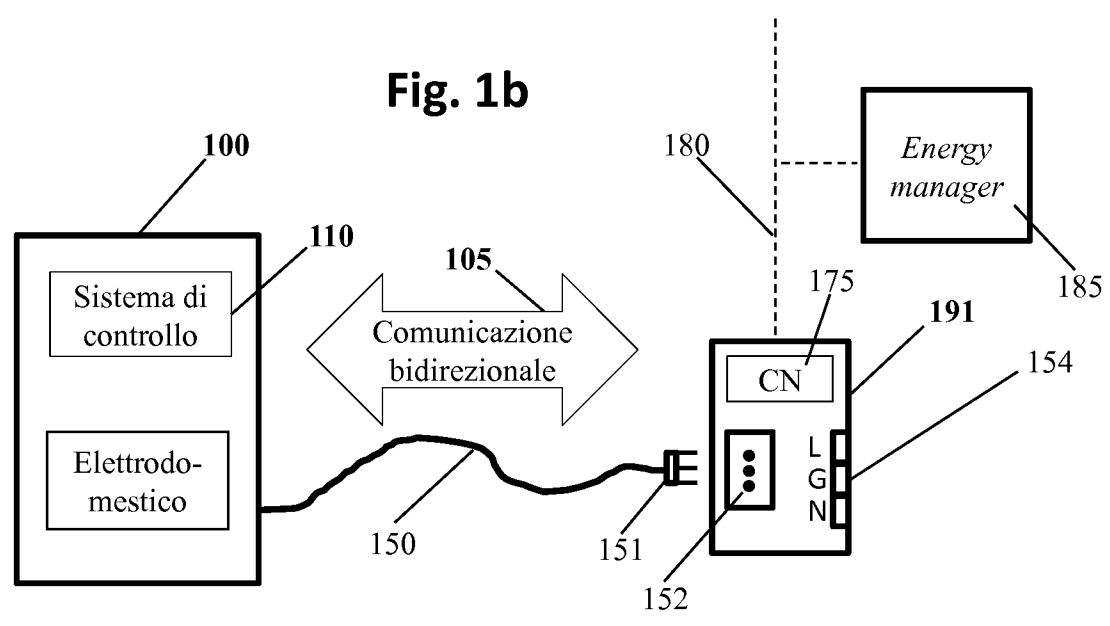


Fig. 2

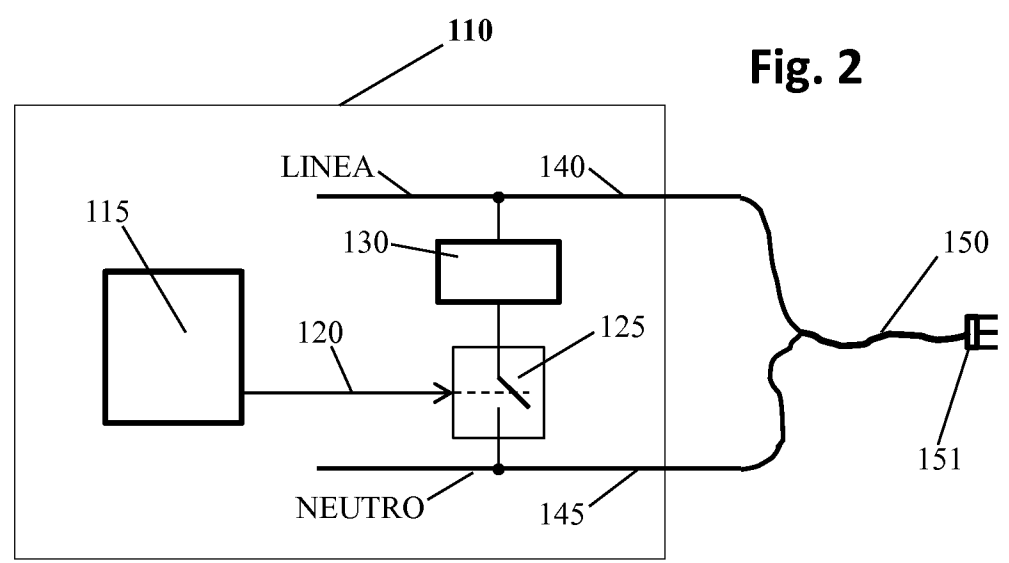


Fig. 3a

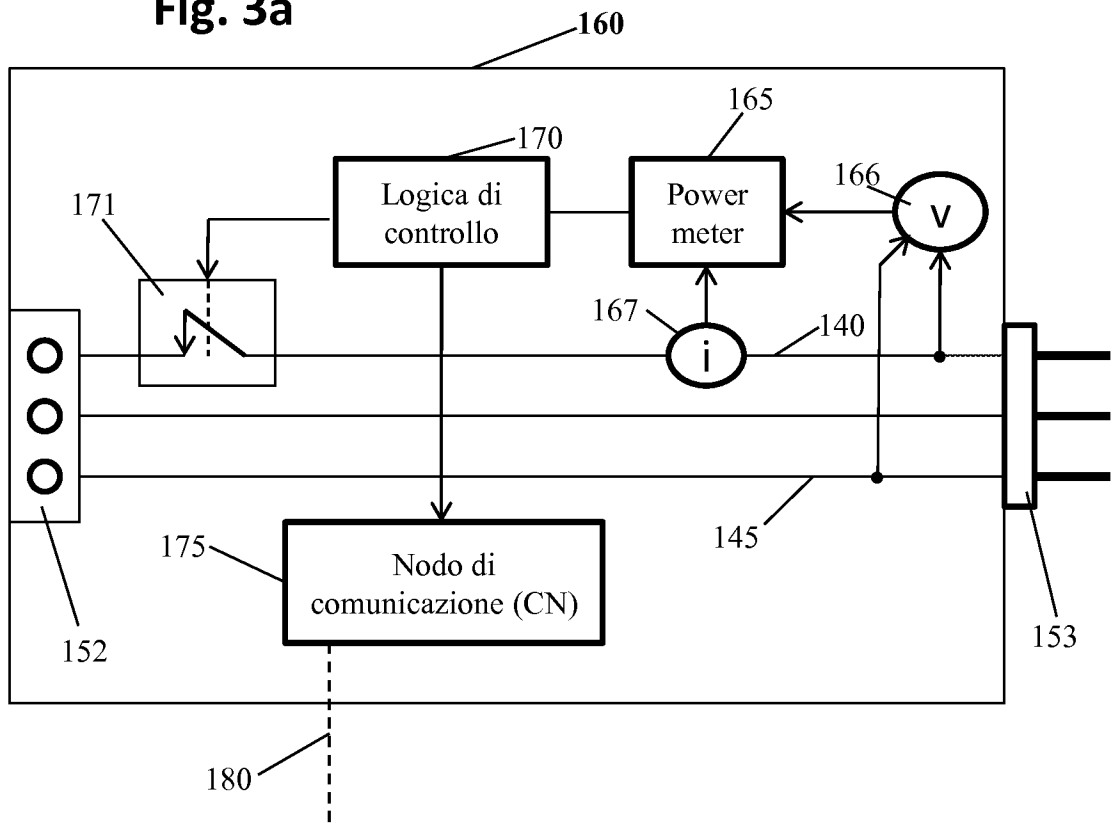
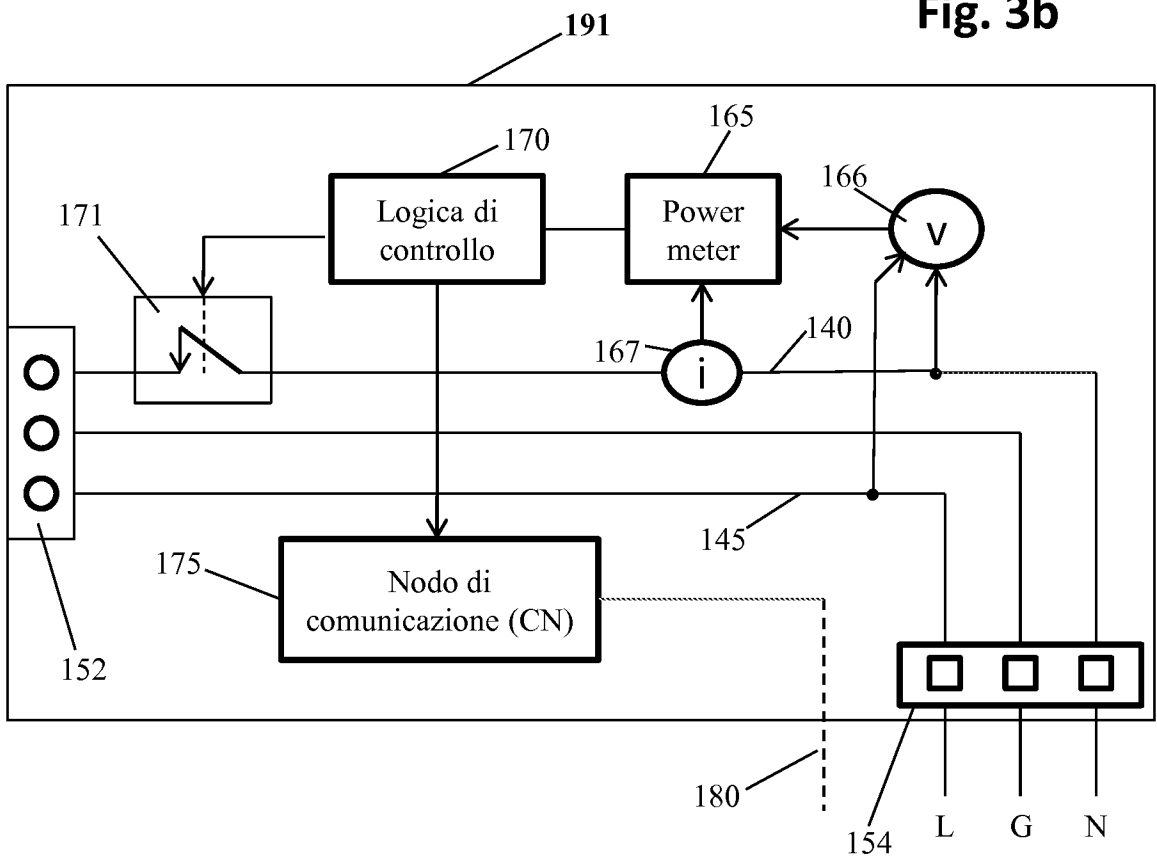


Fig. 3b



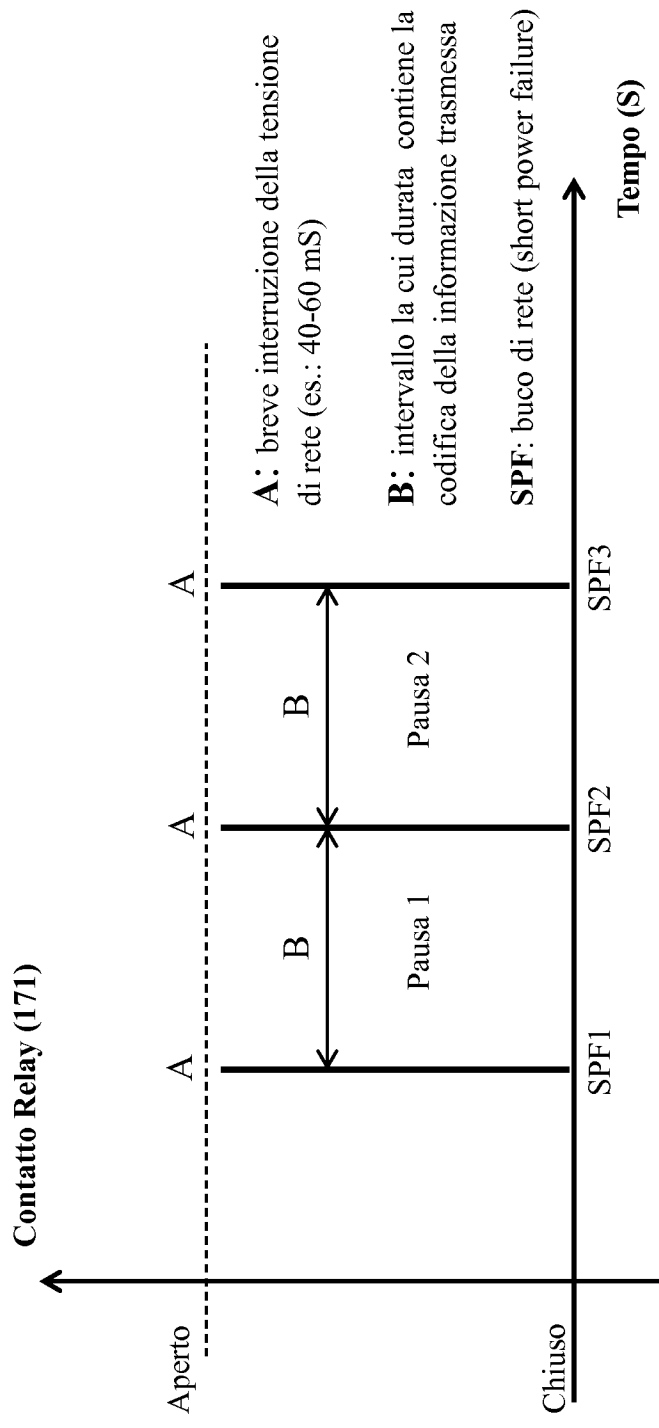


Fig. 3c

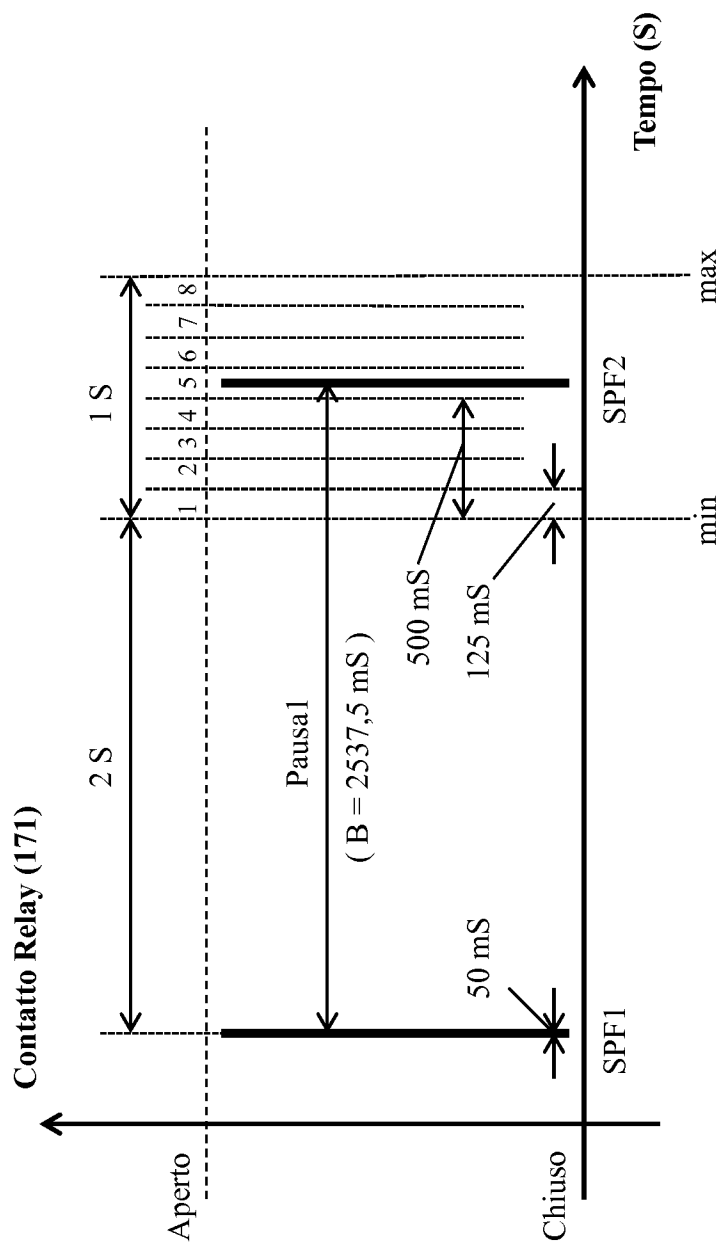


Fig. 3d

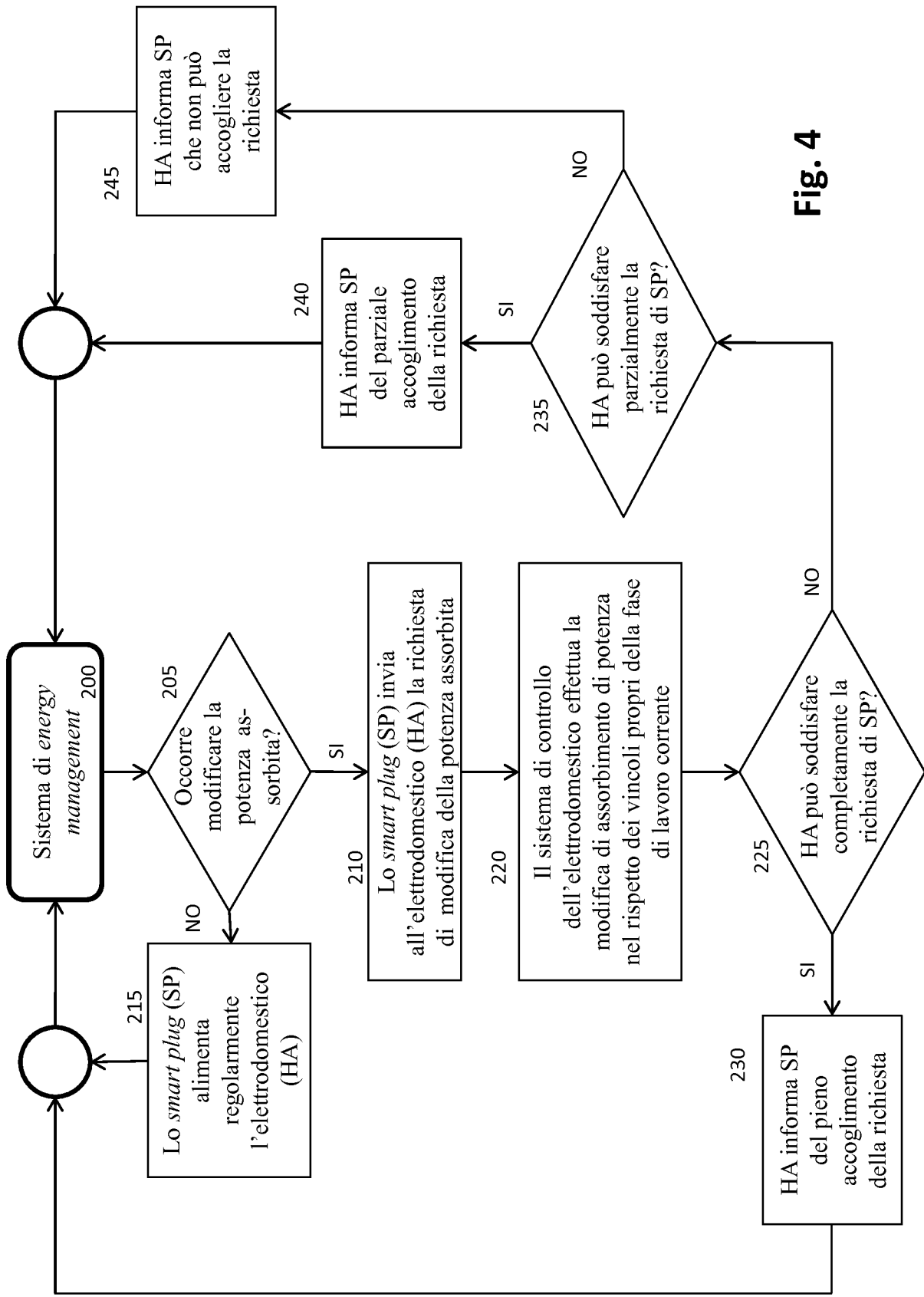


Fig. 4

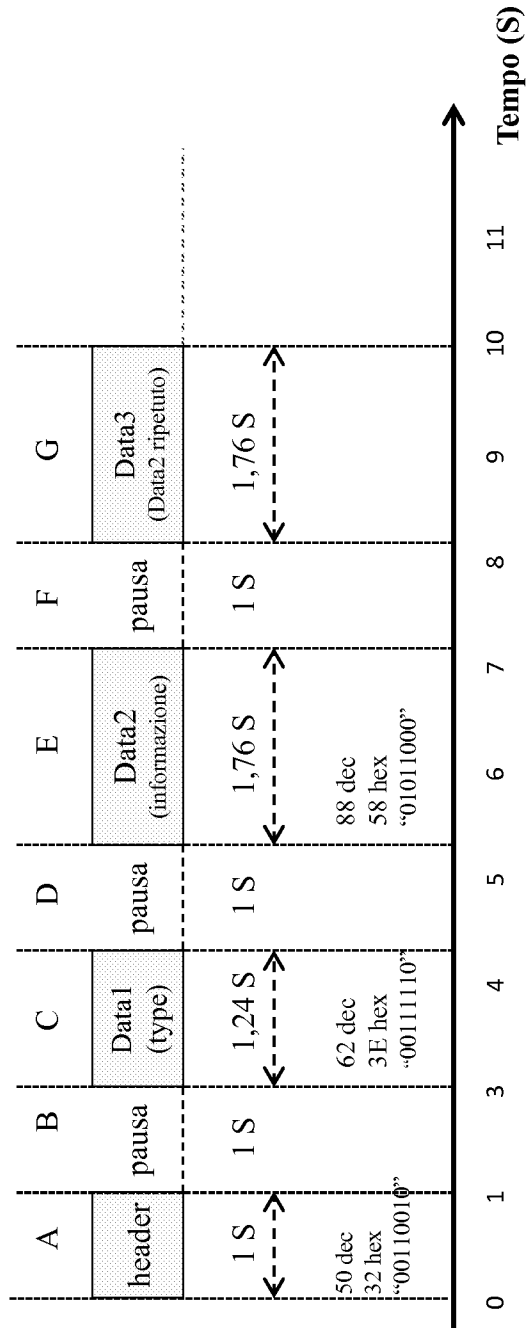


Fig. 5

