

Trasmissione di energia senza fili

La trasmissione di energia senza fili (Wireless Power Transmission) si è imposta come tecnologia abilitante per lo sviluppo di sistemi energeticamente autonomi, privi di batterie a bordo e che non necessitano di collegamento alla rete elettrica

L'uso dei campi elettromagnetici come fonte di energia elettrica risale alla fine dell'Ottocento, quando Nikola Tesla dimostrò per la prima volta la trasmissione di energia elettrica senza fili (Wireless Power Transmission - WPT). Di recente, grazie all'abbattimento dei costi di implementazione e allo sviluppo di architetture a basso consumo, la trasmissione di energia senza fili si è imposta come la tecnologia abilitante per lo sviluppo di sistemi energeticamente autonomi, ossia sistemi privi di batterie a bordo o, comunque, senza necessità di collegamento alla rete elettrica. I vantaggi associati all'autonomia energetica di un generico dispositivo sono evidenti in tutte quelle applicazioni in cui il dispositivo in questione non è 'facilmente accessibile', per la sostituzione delle batterie o/e per la connessione dello stesso alla rete elettrica. Un fattore chiave nella trasmissione wireless di energia è l'efficienza: per poter definire efficace il sistema, una grande porzione dell'energia trasmessa dal generatore deve arrivare al dispositivo di ricezione remoto.

Le condizioni ideali

Il trasferimento di energia elettrica si basa sul concetto di risonanza, che si ha quando due corpi che vibrano alla stessa frequenza, stabiliscono tra loro condizioni ideali per un trasferimento di energia. E ciò senza avere alcun effetto sugli altri oggetti che li circondano, compresi gli esseri viventi. All'inizio non era né chiaro né ovvio se il sistema potesse realmente funzionare, soprattutto per i limiti imposti dai materiali attualmente disponibili. Oggi, ricerche e studi in corso stanno valutando la possibilità di alimentare senza cavi addirittura piccoli elettrodomestici di casa. Alla base del progetto ci sono dunque due principi fisici: la legge della mutua-induzione e la capacità delle onde radio di trasferire energia se convogliate su di una antenna. I tipi di processi di accoppiamento induttivo che possono essere utilizzati per il trasferimento wireless, sono l'accoppiamento induttivo standard e l'accoppiamento induttivo risonante. Generalmente, l'accoppiamento induttivo standard è molto meno efficiente e praticabile a una distanza di comunicazione relativamente breve, in quanto la maggior parte del flusso magnetico non 'collega' direttamente le due bobine (notevoli sono i flussi dispersi) e inoltre i campi magnetici decadono velocemente. L'accoppiamento induttivo

risonante offre una maggiore efficienza e funziona anche a distanze relativamente lunghe (vari metri), dato che la bobina risonante riduce sensibilmente le perdite di energia consentendo il trasferimento dell'energia da una bobina all'altra. In pratica il trasferimento wireless di energia può essere realizzato mediante un collegamento in campo vicino o in campo lontano con la sorgente. Nel primo caso (near-field communication), il principio adottato è quello dell'accoppiamento mediante induzione magnetica tra due risonatori, mentre nel secondo (far-field communication) è sfruttata la propagazione delle onde elettromagnetiche mediante l'utilizzo di antenne. In entrambi i tipi di collegamento l'energia elettromagnetica raccolta, in un caso da un risonatore e nell'altro da un'antenna, viene convertita in corrente continua mediante un circuito di rettifica opportunamente progettato. Per tale motivo, nel caso di collegamento in campo lontano, l'intero sistema prende il nome di rectenna (rectifying antenna), ossia antenna che rettifica (figura 1).

Accoppiamento induttivo

L'accoppiamento induttivo standard utilizza invece due conduttori considerati accoppiati induttivamente in modo reciproco o accoppiati magneticamente in modo da sfruttare il principio dell'induzione elettromagnetica: ovvero quando un flusso ma-

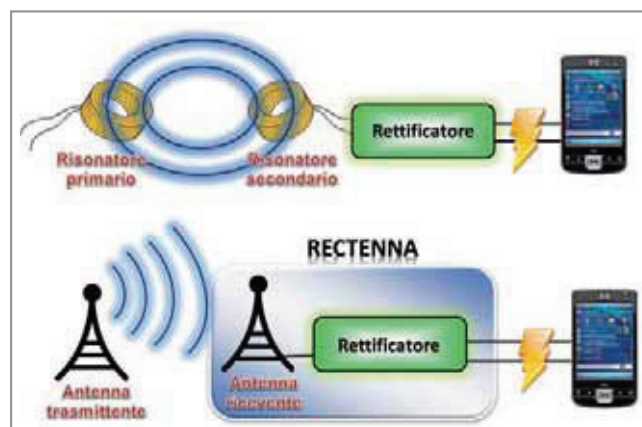
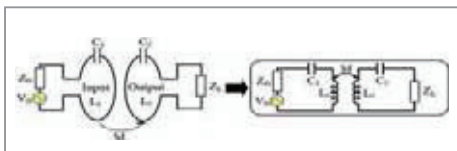


Fig. 1 - Trasmissione wireless di potenza: collegamento in campo vicino (sopra) e collegamento in campo lontano (sotto)

Fig. 2 - Circuito equivalente di un link induttivo-capacitivo



gnetrico variabile nel tempo investe un conduttore elettrico (per esempio una bobina), viene indotta, nel conduttore stesso, una forza elettromotrice (f.e.m.) proporzionale alla rapidità con cui il flusso 'taglia' il conduttore. In pratica nasce una tensione variabile ai capi della bobina investita da tale flusso. Il livello di accoppiamento indotto fra i conduttori è rappresentato dalla loro mutua induttanza. Questa forma di accoppiamento induttivo è efficace per le sorgenti di energia a bassa frequenza e a corto raggio. L'interconnessione wireless tramite accoppiamento induttivo standard ha lo svantaggio di raggiungere le prestazioni più elevate a bassa potenza e con piccole dimensioni. Nell'accoppiamento induttivo risonante, la risonanza viene utilizzata per aumentare la distanza alla quale può essere effettuato un trasferimento efficiente di energia. A medio raggio, il trasferimento wireless di energia elettrica in campo vicino può essere effettuato utilizzando un accoppiamento induttivo risonante, che, in modo analogo al precedente, utilizza una struttura a due bobine. Queste sono sintonizzate in modo da risonare alla stessa frequenza e produrre un trasformatore di risonanza o risonante, con un trasferimento di energia fra le due bobine. In particolare nel caso di un link near-field communication sia il risonatore primario, collegato alla sorgente, sia il risonatore secondario, connesso al dispositivo da alimentare, possono essere schematizzati come un circuito LC (figura 2). A livello indicativo la potenza ricevuta dal risonatore secondario, con una potenza di trasmissione di 1 W al variare della distanza del risonatore primario (alcuni cm) e dalla frequenza di risonanza (ordine di MHz), può essere dell'ordine di qualche decina dei mW, che rappresentano, ad esempio, consumi tipici di un piccolo dispositivo elettronico.

Rispetto ad un collegamento in campo vicino basato sull'utilizzo di sistemi risonanti accoppiati magneticamente, la trasmissione wireless di potenza in campo lontano (far-field communication) mediante rectenne, garantisce distanze operative maggiori (anche di alcuni metri utilizzando delle frequenze dell'ordine delle centinaia di MHz). Inoltre, una rectenna può essere utilizzata anche per 'riciclare' radiazioni elettromagnetiche emesse da telefoni cellulari, trasmissioni radio e WiFi. In tal caso, parleremo di Energy Harvesting o Scavenging. La trasmissione wireless dell'energia, in questo caso, rappresenta una tecnologia a basso costo e impatto ecologico e ambientale nullo, con innumerevoli risvolti applicativi. Inoltre, di recente, in virtù dei notevoli progressi delle nanotecnologie, è stato riesaminato il concetto di antenna rettificante per un suo utilizzo nella conversione diretta di energia solare. Le rectenne solari si pongono ormai come valida alternativa ai sistemi fotovoltaici grazie ai bassi costi di produzione, alla semplicità di installazione e ai rendimenti teoricamente molto più elevati. Oggi esiste uno standard per caricare i dispositivi a bassa potenza grazie al Wireless Power Consortium (WPC) che venne istituito nel 2008 per progredire nella standardizzazione della tecnologia di ricarica wireless. Lo standard crea interoperabilità fra i dispositivi che forniscono e ricevono l'alimentazione.

Al momento lo standard si sta estendendo anche alle applicazioni a media potenza. Sebbene le specifiche originali a bassa potenza forniscano alimentazione fino a 5 W, quelle a media potenza sono studiate per fornire alimentazione fino a 120 W, ampliando enormemente il numero di applicazioni (figura 3).

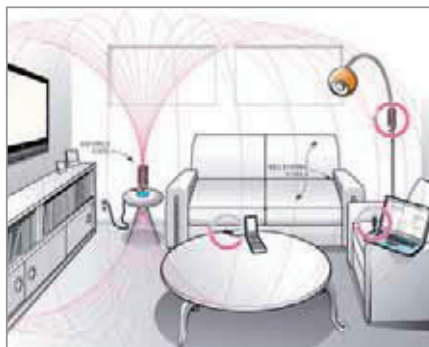


Fig. 3 - Esempio di ricarica di tutti i dispositivi di bassa potenza in ambiente domestico

Dispositivi impiantabili

Una categoria di dispositivi che bene evidenzia i vantaggi dell'utilizzo di una alimentazione wireless, è sicuramente quella dei dispositivi impiantabili (settore Bioingegneria). Oggi infatti, l'alimentazione di tali dispositivi viene implementata per mezzo di batterie impiantate o per mezzo di una connessione fisica a una sorgente esterna. Nel primo caso, l'utilizzatore del dispositivo impiantato deve sottoporsi a periodici interventi chirurgici per la sostituzione delle batterie (ad esempio, nel caso del pacemaker, la periodicità di questi interventi è di circa cinque anni), nel secondo caso, la situazione è anche più grave a causa della presenza di cavi passanti con possibili problemi di infezioni e una enorme limitazione negli spostamenti. Da questo semplice esempio si comprende, quindi, l'importanza di concentrare gli sforzi della ricerca sulla possibilità di implementare una alimentazione di tipo wireless per questi dispositivi (e non solo), visti gli enormi vantaggi in termini di qualità della vita che l'adozione di questa innovativa tecnologia comporterebbe. Emerge quindi un crescente interesse per le potenzialità dell'alimentazione wireless, soprattutto per applicazioni innovative, incluse quelle in cui i dispositivi o i prodotti possono essere alimentati o ricaricati letteralmente mentre sono sugli scaffali o esposti in vetrina! Per esempio, ci potrebbero essere riviste intelligenti munite di chip, progettate per attirare l'attenzione dei potenziali acquirenti e aumentare il loro interesse grazie a elementi luminosi sulla copertina, alimentati senza bisogno di fili rimanendo sempre sullo scaffale, oppure giocattoli a batteria che si ricaricano in modo autonomo, sempre pronti per eventuali dimostrazioni.

Ricaricare dispositivi mobili

Un'altra applicazione estremamente interessante (soprattutto commercialmente) è quella di caricare gli smartphone o altri dispositivi consumer portatili utilizzando una custodia di ricarica wireless collocata sul dispositivo che contiene la citata tecnologia: cioè una delle bobine utilizzate nel concetto di accoppiamento induttivo, per consentire il trasferimento wireless di energia. Possono nascere quindi 'tavoli' di ricarica induttiva a luce solare, per esempio, capaci di caricare tutti i dispositivi portatili che vi vengono appoggiati. Un prodotto di questo genere potrebbe diventare molto popolare in ristoranti, bar o sale d'attesa degli aeroporti e in tutti i luoghi pubblici in cui le persone sarebbero ben felici di poter ricaricare i propri dispositivi mobili. Un altro settore di impiego entusiasmante è quello della ricarica wireless dei veicoli elettrici, grazie a punti di ricarica collocati nei garage o nei parcheggi pubblici. A lungo termine si cercherà di sviluppare una versione di ricarica che potrebbe rendere possibile l'integrazione di piastre di caricamento lungo le strade pubbliche, così da ricaricare veicoli elettrici ed elettrici-ibridi anche mentre sono in movimento. Questo scenario, chiaramente, non potrà avvenire nell'immediato futuro, ma il potenziale di questa tecnologia risulta già oggi veramente notevole in molti settori.