

Induzione magnetica o risonanza magnetica per la ricarica wireless?

Siamak Bastam
 Technical marketing director
 Analog and Power division
 Integrated Device Technology

Per dire quale tecnologia wireless – induzione magnetica o risonanza magnetica – sia la migliore per una data applicazione, occorre rivedere le basi concettuali di entrambe

Le recenti evoluzioni delle tecniche di ricarica wireless portano a chiedersi quali saranno le soluzioni più apprezzate sul mercato. L'induzione magnetica (Magnetic Induction, MI) e la risonanza magnetica (Magnetic Resonant, MR) possono entrambe essere considerate utili per il mercato consumer. A prescindere da quale direzione prenderà quest'ultimo, non ci sono comunque dubbi sull'adozione della tecnologia di ricarica wireless. Nell'arco dei prossimi due anni si assisterà alla loro diffusione di massa nell'ecosistema della telefonia cellulare, motivata principalmente dalla sua promozione da parte dei fornitori di cellulari. Alla telefonia seguirà il settore informatico – e il relativo ecosistema – che farà da volano alla prossima fase di crescita della tecnologia di ricarica wireless. Da qui è probabile che l'alimentazione wireless si estenderà alle infrastrutture dei prodotti di telefonia e informatica. Questi impieghi rappresenteranno solo primi esempi delle modalità di utilizzo delle tecnologie di alimentazione wireless nelle architetture e nelle soluzioni di domani.



Ci sono diversi rapporti e studi di mercato sui tassi di adozione e il mercato totale disponibile potenzialmente associato alle tecnologie di alimentazione wireless. Non è facile dare informazioni precise sul mercato, dal momento che i tassi di adozione e la scelta delle tecnologie sono parametri chiave per queste previsioni. Per la tecnologia a induzione magnetica esistono due standard prevalenti: WPC (Wireless Power Consortium)

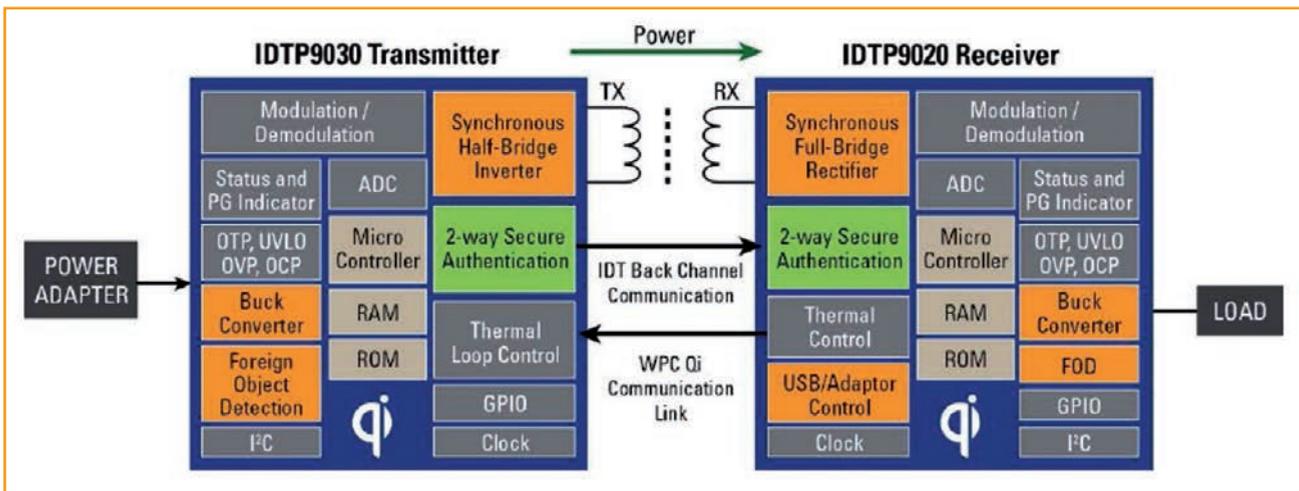


Fig. 1 - Sistema di ricarica wireless: schema a blocchi trasmettitore-ricevitore

e PMA (Power Matters Alliance). Entrambi sono piuttosto maturi con molti prodotti già in uso nel mercato consumer. L'A4WP (Alliance for Wireless Power) è il primo standard basato sulla risonanza magnetica. Si noti che la tecnologia di ricarica wireless di Intel, basata anch'essa sulla risonanza magnetica, è studiata per gli ultrabook e il proprio ecosistema. Altri standard come Power by Proxy e WiTricity, che hanno già consolda-

to la propria posizione in sistemi industriali e militari, stanno anch'essi penetrando il mercato consumer. Tutti questi standard e soluzioni hanno fatto sorgere domande sulla direzione che prenderà la tecnologia di alimentazione wireless e su quali siano le soluzioni migliori da adottare. Prima di rispondere, è importante cercare di comprendere le differenze fondamentali tra le tecnologie a induzione magnetica e risonanza magnetica.

Comprendendo e considerando i requisiti di applicazioni e sistemi, è possibile scegliere la giusta soluzione per una data applicazione.

Dispositivi mobili

I dispositivi mobili hanno iniziato ad adottare le tecnologie di alimentazione wireless per primi nel mercato consumer. Con la tecnologia LTE, la velocità di comunicazione e la banda non avranno limiti, almeno per i prossimi anni. La convenienza è uno dei fattori chiave alla base dello sviluppo di soluzioni mobili nel mercato consumer. Diverse soluzioni mobili come telefoni cellulari, tablet, lettori multimediali e TV mobili richiedono diversi adattatori con diversi connettori di interfaccia. L'utente deve portare

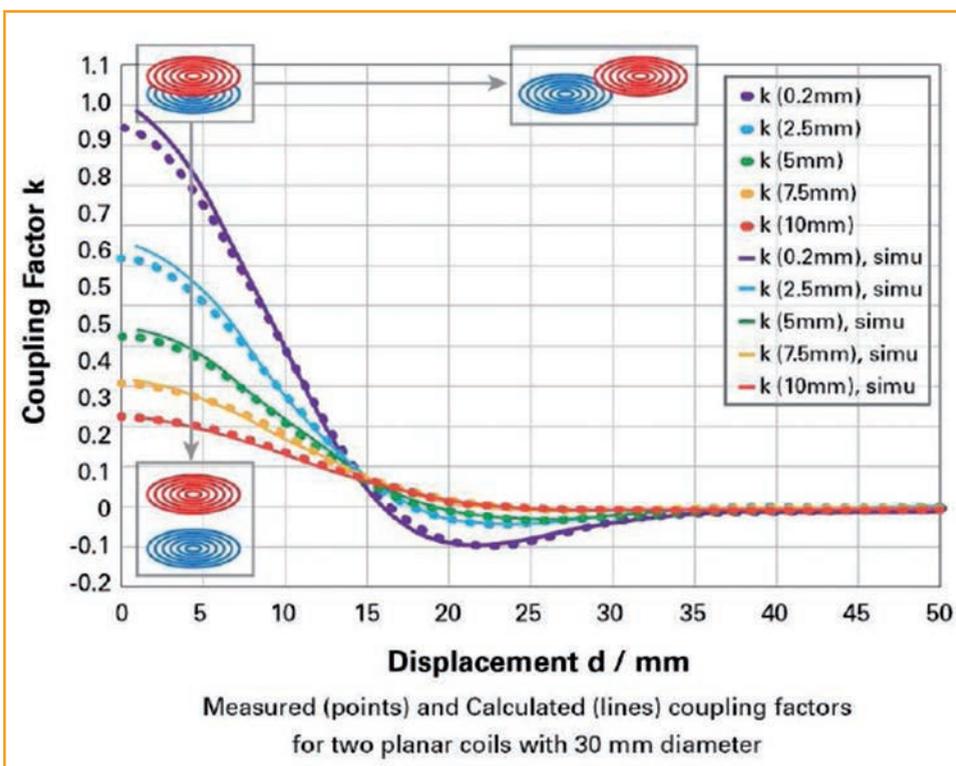


Fig. 2 - Disaccoppiamento

con sé diversi connettori e adattatori anche se lo scopo è uno solo: ricaricare un dispositivo mobile. Un adattatore wireless universale, dotato di una potente infrastruttura di supporto e il relativo ecosistema, potrebbero risolvere questa problematica. La disponibilità di questa soluzione in autovetture, locali, biblioteche, ristoranti, treni, aeroplani, uffici e sale ricevimento, creerà la funzionalità richiesta.

Circa ogni due anni, i dispositivi mobili vengono aggiornati per migliorarne l'aspetto estetico, le prestazioni e le caratteristiche. Questi aggiornamenti impongono delle modifiche alla potenza, ai connettori e alle interfacce e, di conseguenza, occorrono tipicamente anche dei nuovi adattatori. Queste modifiche e upgrade provocano una dispendiosa tendenza all'obsolescenza e la necessità di smaltire gli adattatori esistenti. Eliminando i diversi adattatori e tipi di collegamenti e utilizzando la tecnologia standard di ricarica wireless, diminuisce la massa di rifiuti elettronici e migliorano le "credenziali ecologiche" dei dispositivi mobili.

Un altro fattore importante è costituito dagli aggiornamenti tecnologici delle soluzioni mobili di cui un buon esempio è l'adozione delle tecnologie di visualizzazione come le modalità 1080P e 3D. Le soluzioni mobili utilizzeranno sempre di più la tecnologia di visualizzazione ad alta risoluzione supportata da controller grafici ad alte prestazioni con CPU multi-core per migliorare le prestazioni richieste. L'integrazione di soluzioni GPS in 3D, sistemi audio/video ad alte prestazioni, tecnologie NFC, TV portatili e macchine da gioco ad alte prestazioni sono solo alcuni esempi e caratteristiche che saranno adottate in un numero sempre maggiore di soluzioni mobili. La gran parte di queste caratteristiche e requisiti genereranno una maggiore domanda di potenza alla batteria del dispositivo.

La fonte di energia nelle soluzioni mobili è tipicamente costituita da pacchi di batterie ai polimeri di litio, la cui densità di energia è già saturata da diversi anni. I progressi tecnologici e la migrazione verso una differente metallizzazione dei pacchi batterie agli ioni di litio per aumentare capacità e durata non sono riusciti a mantenere il passo con le maggiori quantità di energia richieste. I pacchi batterie devono anche avere piccole dimensioni per soddisfare i requisiti applicativi delle soluzioni mobili. Poiché la capacità delle batterie per unità di volume è ormai al limite, i dispositivi richiederanno una capacità maggiore o ricariche più frequenti. Man mano che i dispositivi mobili diventano più piccoli, l'inserimento di una batteria di maggiore capacità andrà a influenzare le dimensioni e il costo dell'apparecchiatura nel suo insieme. Si noti anche che maggiori capacità di batteria esi-

gono delle ricariche più rapide che possono richiedere modifiche di tipo chimico per mantenere il ciclo di vita della batteria e la longevità richiesta. A quanto pare, la soluzione più ovvia sembra essere la possibilità di effettuare ricariche più frequenti.

È probabile che ogni applicazione che ci circonda e che utilizza l'elettricità sia un potenziale candidato per l'adozione delle tecnologie di alimentazione wireless. Per dire quale tecnologia wireless – induzione magnetica o risonanza magnetica – sia la migliore per una data applicazione, occorre rivedere le basi concettuali di entrambe. Nella figura 1 viene riportato lo schema a blocchi di un sistema di ricarica wireless.

Magnetismo

Ci sono molte analogie architettoniche nelle tecnologie a induttanza magnetica e risonanza magnetica. Ad esempio, entrambe utilizzano un campo magnetico come un ponte per il trasferimento della potenza.

In entrambe le tecnologie, la corrente viene indotta in

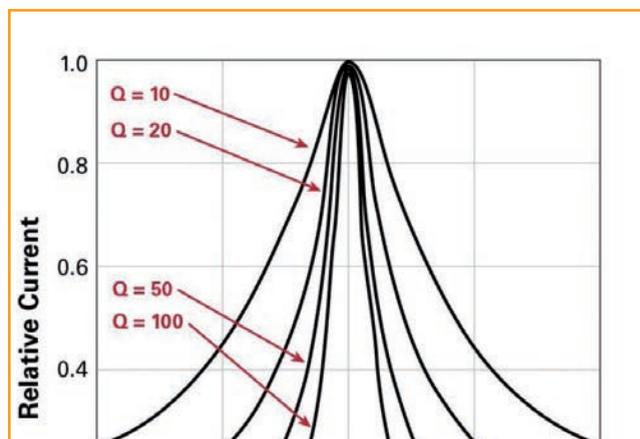


Fig. 3 - Variazione percentuale del fattore Q

un circuito risonante creando un campo magnetico in grado di trasferire la potenza. I parametri del circuito magnetico hanno una grande influenza sull'aspetto del campo elettromagnetico. Il flusso magnetico può essere concentrato e/o deviato tramite schermi elettromagnetici e/o dimensionando fisicamente il nucleo magnetico. La densità e la concentrazione del flusso vengono migliorate migliorando la permeabilità dello schermo elettromagnetico. I costi e lo spessore sono fattori chiave per la scelta dell'appropriata schermatura elettromagnetica. L'allineamento delle bobine di ricezione e di trasmissione nel campo di flusso e la distanza tra le bobine determinano l'efficienza con cui l'energia viene trasmessa;

una maggiore separazione tra le bobine di trasmissione e le bobine di ricezione produce un trasferimento di potenza meno efficiente. La frequenza di risonanza, il rapporto tra le dimensioni delle bobine di trasmissione e quelle delle bobine di ricezione, il fattore di accoppiamento, l'impedenza di avvolgimento, l'effetto pelle, i componenti AC e DC e le correnti parassite della bobina sono altri fattori che hanno un grande impatto sull'efficienza di trasmissione dell'energia (Fig. 2).

È un dato di fatto che man mano che aumentano le distanze lungo i tre assi x, y e z e l'angolo di proporzionalità tra le bobine di trasmissione e di ricezione, le perdite e l'efficienza ne saranno notevolmente influenzate.

Nella specifica WPC, vi sono requisiti specifici per il posizionamento della bobina di ricezione sul trasmettitore che tengono conto dell'efficienza. Ciò richiede l'allineamento da parte dell'utente per massimizzare il fattore di accoppiamento tra le due bobine. Nel caso della tecnologia a risonanza magnetica, la libertà di posizionamento e la possibilità di inserire uno o più dispositivi nel campo di flusso crea dei vantaggi per l'utente.

Tuttavia, si deve comprendere l'impatto creato sull'efficienza di trasmissione con l'aumento della distanza di separazione tra i dispositivi accoppiati.

In base alle esigenze, considerando anche costi e dimensioni, tutte le tecnologie permettono di utilizzare soluzioni a bobina singola oppure multipla.

Nelle tecnologie a induzione magnetica basate sulle specifiche WPC e PMA, la potenza può essere trasmessa su un ampio intervallo di frequenze. La frequenza di risonanza alla quale la potenza viene trasmessa è selezionata in base all'impedenza di carico. A causa di questa variabilità, il fattore Q è relativamente basso rispetto alle soluzioni a risonanza magnetica. L'efficienza ottimale può essere raggiunta solo a una determinata frequenza e con determinate impedenze di carico.

Nel caso delle tecnologie a risonanza magnetica, poiché la potenza viene trasferita soltanto ad una certa fre-

quenza di risonanza, il fattore Q è più grande e richiede una rete di impedenze di risonanza molto vicina e adattata al ricevitore e al trasmettitore (Fig. 3).

In entrambe le tecnologie a risonanza e induzione magnetica, la variazione dei parametri della rete di adattamento deve essere controllata con attenzione perché influenza direttamente la potenza trasferita.

Nella specifica WPC 1.1, la frequenza di risonanza può essere selezionata in un ampio intervallo che va da 100

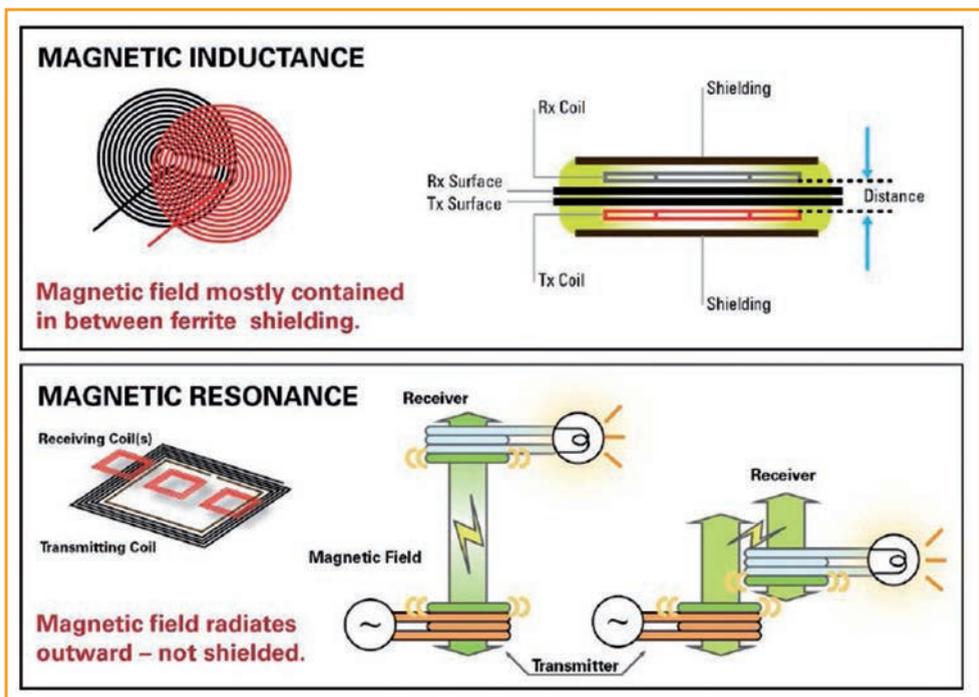


Fig. 4 - Campi magnetici

kHz a 205 kHz. La situazione era simile nello standard PMA in cui la banda di frequenze andava da 277 kHz a 357 kHz. Tuttavia, questi intervalli sono da poco cambiati e dipendono ora dalla tensione di alimentazione di ingresso. Tipici fattori Q per queste soluzioni sono nella regione da 30 a 50. Nelle soluzioni basate su A4WP, la frequenza di risonanza e le reti di impedenze tra il ricevitore e il trasmettitore devono essere ragionevolmente ben adattate poiché la frequenza è fissata. In genere le soluzioni a risonanza magnetica richiedono fattori Q più elevati (da 50 a 100) rispetto alle soluzioni a induzione magnetica.

Gestione della potenza

Lo sviluppo di architetture di gestione energetica ad alte prestazioni ha una grande influenza sulla realizzazione di soluzioni a risonanza e induzione magnetica di

successo. Sul lato del trasmettitore, per indurre corrente nel circuito risonante, ha luogo una conversione da DC (corrente continua) ad AC (corrente alternata). Nella tecnologia a induzione magnetica viene utilizzato un inverter a mezzo ponte o a ponte intero per questa conversione, mentre nella tecnologia a risonanza magnetica la corrente viene indotta attraverso un amplificatore di potenza. L'architettura e la classe dell'amplificatore di potenza possono cambiare in base alla frequenza, alla corrente di standby, all'efficienza, alle dimensioni, ai costi e ai requisiti d'integrazione dell'applicazione. Nel corso di queste conversioni, si deve fare molta attenzione alla riduzione delle perdite nei circuiti di pilotaggio dei gate, alla commutazione, alla conduzione, alla polarizzazione, alle perdite di nei diodi body e agli elementi parassiti come la resistenza serie equivalente (ESR) e l'induttanza serie equivalente (ESL) dei componenti esterni (Fig. 4). Queste sono alcune delle principali problematiche nello sviluppo di soluzioni integrate ad alte prestazioni. A seconda della tensione di ingresso richiesta e dell'architettura di progetto, il processo di selezione ha una grande influenza sull'ottimizzazione delle soluzioni integrate.

Ci sono diversi cicli di controllo nel sistema che influiscono sulla stabilità del ciclo di controllo generale per quanto riguarda il successo complessivo di una soluzione ad alte prestazioni. Le tecnologie a induzione magnetica e a risonanza magnetica permettono entrambe di raggiungere prestazioni e rendimenti simili, purché si effettui un'efficace gestione della potenza.

Comunicazioni

Affinché il trasferimento di potenza venga realizzato con successo, il trasmettitore deve riconoscere correttamente il ricevitore accoppiato. Nelle soluzioni WPC e PMA, il trasmettitore trasmette dei periodici 'ping' al fine di individuare il ricevitore. Quando il ricevitore viene riconosciuto, ha luogo il trasferimento di potenza. Queste soluzioni comunicano tramite modulazioni a frequenza fissa. Altri parametri di comunicazione sono ampiezza, potenza, corrente, e modulazione della larghezza degli impulsi (Pulse Width Modulation, PWM). Si tratta di opzioni tutte utilizzabili fintanto che la rete di adattamento fra trasmissione e ricezione è in grado di tollerare ampie variazioni di frequenza.

Poiché in una soluzione A4WP a risonanza magnetica, le reti abbinate in trasmissione e in ricezione sono forte-

mente adattate, non è possibile utilizzare la modulazione di frequenza.

Tuttavia, se il carico è fissato, allora è possibile utilizzare la modulazione di ampiezza. Modulazione di potenza e di corrente possono essere utilizzate se le prestazioni del ricevitore non ne sono influenzate. Poiché nelle applicazioni mobili il carico varia in base alle funzioni utilizzate, sarebbe difficile e probabilmente non efficiente, per quanto riguarda dimensioni ed economicità, sviluppare una soluzione basata sugli schemi di modulazione sopra menzionati. A4WP ha scelto Bluetooth o ZigBee come metodo standard per le sue comunicazioni. Questi metodi sono convenienti perché esistono già nei dispositivi mobili. Convieniente anche dal punto di vista del trasmettitore

trasferire potenza a più dispositivi, identificando diversi ricevitori. Sono disponibili altri metodi simili per raggiungere gli stessi obiettivi. La comunicazione viene utilizzata anche per informare sullo stato di trasmissione della potenza come il rilevamento di oggetti estranei, lo stato di accoppiamento e le eventuali informazioni di guida per l'allineamento. La presenza di oggetti estranei, ad esempio di materiale metallico, all'interno del campo elettromagnetico potrebbe causare

un aumento di temperatura in base alla conducibilità dei materiali. Questo è un problema potenziale che non dipende dalla tecnologia.

Un accurato controllo della tensione e della corrente su entrambi i lati di trasmissione e ricezione è necessario per massimizzare l'efficienza delle tecnologie ad induzione magnetica.

Altre funzioni come l'effetto di riflessione del carico, l'induzione della corrente, la temporizzazione della modulazione e demodulazione e il loro impatto nei sistemi ad anello chiuso sono fondamentali per mantenere la stabilità del sistema e garantire una buona comunicazione. Altri fattori, come la conformità a normative, tra cui la California Environmental Association (CEA) e la Federal Communication Commission (FCC), parti 15 e 18, potrebbero avere un impatto sull'efficienza complessiva del sistema.

È ragionevole concludere che la soluzione potenziale migliore per una specifica applicazione sarà basata sulle caratteristiche e le prestazioni richieste. Se il posizionamento libero o la carica multipla nelle direzioni di X, Y e Z sono funzionalità necessarie, allora la risonanza magnetica potrebbe essere la soluzione da preferire. Se

Non ci sono dubbi sull'adozione della tecnologia di ricarica wireless

occorrono prestazioni ad alta efficienza con una stretta conformità agli standard, le soluzioni conformi a WPC possono rappresentare la scelta ottimale.

Tuttavia, non vi è dubbio che una soluzione versatile in grado di riconoscere perfettamente l'induzione magnetica di accoppiamento o dispositivi basati sulla risonanza e in grado di trasferire la potenza in modo efficace ed efficiente, sarà la soluzione ideale per gestire tali applicazioni.

IDT ha sviluppato soluzioni sia per le tecnologie a induzione magnetica sia a risonanza magnetica. La soluzione a induzione magnetica proprietaria, altamente integrata, è progettata per soddisfare e superare i requisiti WPC (Qi). Queste soluzioni utilizzano tecnologie di elaborazione molto avanzate per integrare dispositivi di potenza e dispositivi intelligenti per comunicare efficacemente e gestire il controllo ad anello chiuso tra ricevitore e trasmettitore. I dispositivi IDTP9020, IDTP9030, IDTP9035 e IDTP9036 di IDT soddisfano tutti i requisiti di WPC. Queste soluzioni integrate richiedono pochissimi componenti esterni, il che aiuta ad abbattere i costi dei materiali e lo spazio richiesto sul circuito stampato.

Integrated Device Technology e Qualcomm hanno col-

laborato per sostenere lo sviluppo da parte di IDT di un circuito integrato per i dispositivi elettronici di largo consumo basati sulla tecnologia WiPower di Qualcomm. Questo circuito integrato è stato progettato per soddisfare le esigenze di Qualcomm di sviluppare una nuova soluzione di alimentazione con tecnologia wireless e la risonanza magnetica nel campo vicino. Sono progettati per dare libertà di movimento nella ricarica di dispositivi elettronici di largo consumo, come telefoni cellulari e altri dispositivi a batteria, a ricarica diretta e basso consumo.

L'impiego in IDT di tecnologie a risonanza magnetica si sta ampliando attraverso lo sviluppo di ricevitori e trasmettitori basati su tecnologia Intel per l'ecosistema degli Ultrabook.

Intel e IDT collaborano inoltre sui circuiti integrati per la ricarica wireless. Intel Corporation ha scelto IDT per sviluppare un chipset integrato trasmettitore/ricevitore per la sua tecnologia di ricarica wireless basata sulla risonanza magnetica. Intel, insieme a IDT, mira a fornire progetti di riferimento di comprovata efficacia, destinati a ultrabook, PC all-in-one (AiO), smartphone e caricatori autonomi. ■