

Una piattaforma hardware ad alte prestazioni per apparecchi acustici

Un'analisi delle principali problematiche che i produttori di processori DSP destinati agli apparecchi acustici devono affrontare per soddisfare le richieste degli utilizzatori finali

Christophe Waelchli
[ON Semiconductor](#)

Come avviene per altri prodotti elettronici di largo consumo, anche il settore degli apparecchi acustici è soggetto a pressioni continue alla ricerca di prestazioni migliori, nuove funzionalità e una maggiore durata della batteria; tutto ciò ovviamente, a fronte di una riduzione delle dimensioni. Queste richieste contrastanti rendono lo sviluppo degli apparecchi acustici estremamente complesso e arduo. Questo articolo illustra le problematiche chiave che i produttori dei DSP impiegati negli apparecchi acustici devono affrontare per soddisfare le aspettative degli utilizzatori finali.

Sfide a livello di sistema

I circuiti integrati presenti negli apparecchi acustici consentono l'amplificazione e la manipolazione del suono. Tali circuiti possono svolgere anche altre funzioni, come ad esempio la comunicazione senza fili e, nei modelli più sofisticati, la gestione delle batterie. Sebbene i sistemi più semplici richiedano solo un singolo DSP e una memoria, architetture più complesse comprendono un certo numero di circuiti integrati (controllore wireless, front-end analogico, regolatore di potenza e così via) oltre a componenti discreti (come condensatori e dispositivi di protezione del circuito) al fine di supportare un numero maggiore di funzionalità.

Questi circuiti devono necessariamente offrire prestazioni elevate sia in termini di qualità del suono sia di potenza di calcolo. Date le ridotte dimensioni della batteria – e la lunga durata richiesta – il progetto deve garantire consumi minimi. Inoltre, è fondamentale considerare le dimensioni fisiche complessive del sistema. Spesso è necessario trovare compromessi tra le funzionalità che sono incluse nella piattaforma hardware e lo spazio occupato.

Architetture dei DSP

I progettisti di apparecchi acustici hanno a disposizione numerose opzioni per la selezione del DSP che rappresenterà il nucleo centrale della piattaforma hardware. A un estremo della gamma vi è l'architettura programmabile aperta di tipo general-purpose. Un'architettura di questo tipo consente la modifica e l'aggiornamento degli algoritmi di elaborazione del segnale, oltre ad adattarsi a numerosissimi approcci di elaborazione, ottimizzando in tal modo la flessibilità in fase di progettazione. A fronte di questa elevata flessibilità, aumentano dimensioni e consumo di potenza. Di conseguenza, date le specifiche stringenti dei moderni apparecchi acustici che richiedono dimensioni miniaturizzate e consumi ridotti, un'architettura programmabile general purpose non rappresenta la scelta migliore. All'estremo opposto vi è l'architettura chiusa (a funzioni fisse) in cui l'elaborazione del segnale viene definita a livello di hardware (hardwired) all'interno della struttura a semiconduttore. Questa soluzione soddisfa le specifiche a livello sia di consumo sia di dimensioni, ma non garantisce la flessibilità di sviluppo necessaria. Infatti, sebbene alcuni parametri possano essere variati, la funzione del circuito integrato non può essere modificata se non attraverso una completa riprogettazione, lunga e costosa. A metà strada tra i due estremi esistono architetture semiprogrammabili, che cercano di superare gli svantaggi intrinseci delle piattaforme chiuse, offrendo un certo grado di programmabilità. In architetture di questo tipo le principali funzioni di elaborazione dei segnali sono cablate in appositi blocchi logici hardware, ma un DSP programmabile consente l'esecuzione via software di alcune funzionalità aggiuntive senza richiedere la riprogettazione del chip. Comunque, se si manifesta la necessità di modifiche sostanziali dei blocchi hardware preposti all'elaborazione, o se il processore programmabile non è ottimizzato per l'algoritmo desiderato, è necessario ricorrere a un nuovo circuito integrato. Nonostante la

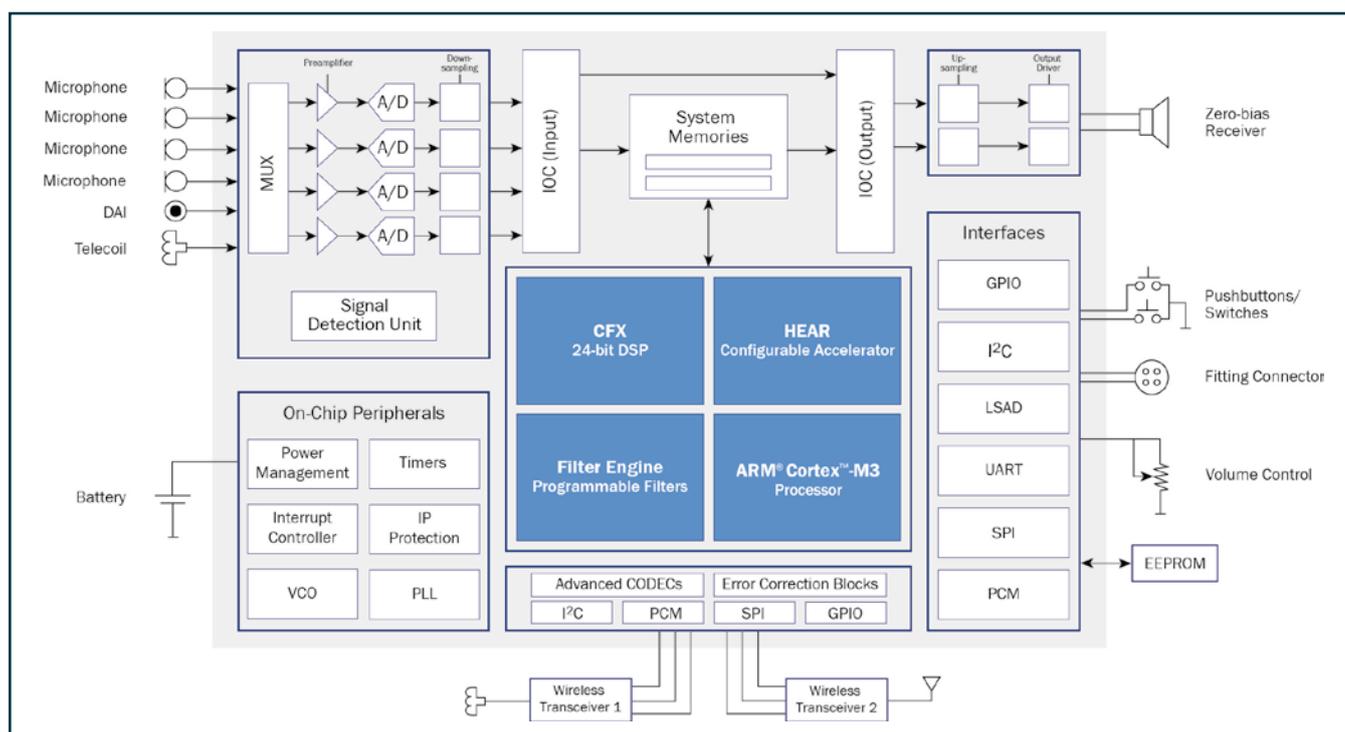


Fig. 1 – Schema a blocchi funzionali del circuito integrato Ezairo 7110 di ON Semiconductor

maggior flessibilità, l'utilizzo di DSP semi-programmabili rischia di compromettere l'efficienza energetica.

Un approccio alternativo consiste nella realizzazione di una piattaforma programmabile aperta di tipo application-specific. Essa è progettata e ottimizzata per soddisfare le necessità di elaborazione del segnale di un'applicazione molto specifica (ad esempio l'elaborazione del segnale audio negli apparecchi acustici), garantendo nel contempo la flessibilità di programmazione propria di un'architettura general purpose. Sebbene queste soluzioni non siano energeticamente efficienti come le architetture chiuse, tuttavia è possibile migliorare l'efficienza tramite un progetto ottimizzato e la scelta della geometria più adatta.

Scelta della geometria di processo

La dissipazione di potenza, le dimensioni del chip e le prestazioni del sistema sono tutte influenzate dalla scelta del nodo tecnologico. La richiesta di circuiti integrati più compatti, veloci e affidabili con ridotti consumi di potenza ha favorito lo sviluppo di geometrie ottimizzate. Anche gli apparecchi acustici, sempre più sofisticati, si basano su algoritmi di elaborazione che potenze di calcolo sempre maggiori. La migrazione verso geometrie di processo più ridotte può soddisfare queste richieste, rispettando al contempo le severe limitazioni di consumo e di dimensioni tipiche di queste applicazioni.

Esistono tuttavia numerose complicazioni di cui i progettisti

devono essere consapevoli. Innanzitutto la complessità della progettazione e della fabbricazione aumentano significativamente dal passaggio da un nodo tecnologico al successivo. Vi sono effetti che dipendono dal layout e rigide linee guida che devono essere rispettate. Il numero di vincoli aumenta con lo scalare delle dimensioni. Secondariamente, si deve considerare l'investimento finanziario necessario per la progettazione, la verifica, la stesura del layout, la predisposizione del set di maschere e gli strumenti di progetto. Questi costi aumentano in modo vertiginoso man mano che si riducono le geometrie, che possono quindi essere così utilizzate solamente per applicazioni che richiedono volumi estremamente elevati.

Integrazione su chip

Un altro fattore critico è la scelta dei componenti funzionali da integrare nel medesimo chip. Il grado di flessibilità richiesto diventa il fattore decisivo nelle scelte relative al partizionamento del progetto. Se diversi blocchi funzionali vengono integrati su di un singolo substrato, la possibilità di cambiarli in modo indipendente viene meno e, nel caso fosse richiesto l'apporto di modifiche, tutto il chip dovrebbe essere riprogettato con evidente impatto sui tempi e sui costi.

Processori standard per architetture multicore

Spinti dalla necessità di ridurre il consumo e incrementare le prestazioni, molti progettisti si stanno orientando

DSP

verso apparecchi acustici basati su core processor multipli. In questo modo diverse unità di calcolo posso eseguire molteplici istruzioni contemporaneamente, a tutto vantaggio della velocità complessiva. Grazie alla maggiore potenza di calcolo che ne deriva, questi sistemi possono supportare algoritmi di elaborazione più avanzati, basati sui più recenti concetti di audiologia. Inoltre queste soluzioni semplificano l'integrazione di funzionalità di trasmissione senza fili nella piattaforma per la comunicazione tra gli apparecchi acustici, l'unità di controllo remota e altri dispositivi elettronici.

Una diffusa convinzione riguarda l'inadeguatezza dell'uso di processor standard negli apparecchi acustici a causa della scarsa efficienza energetica. Questa convinzione errata era principalmente motivata dalle stringenti specifiche di dissipazione di potenza che si dovevano rispettare e ha portato in passato all'uso quasi esclusivo di core dedicati. Grazie all'avvento delle tecnologie nanometriche, i processor dedicati stanno diventando sempre meno importanti, nonostante i vantaggi di dimensioni e consumo. I processor standard programmabili sono evoluti fino al punto di poter essere impiegati in abbinamento a processor dedicati per espletare specifiche operazioni di elaborazione, come ad esempio eseguire un algoritmo proprietario di ottimizzazione del consumo di potenza per la comunicazione wireless in banda base.

Tecnologie di comunicazione senza fili

Le tecnologie analogiche wireless, come ad esempio la modulazione di frequenza, sono impiegati negli apparecchi acustici da decenni. Recentemente sono state introdotte anche tecnologie a induzione magnetica di prossimità (NFMI) e a radiofrequenza.

La tecnica NFMI (Near-Field Magnetic Induction) consente lo scambio di dati da un orecchio all'altro per un'elaborazione binaurale.

Questa tecnica migliora l'intelligibilità della voce e aiuta l'utilizzatore a individuare la direzione di provenienza del suono. Il raggio d'azione del NFMI è inferiore a un metro, quindi i dispositivi che si basano su questa tecnologia hanno bisogno di un ripetitore intermedio (tipicamente indossato attorno al collo) per comunicare a distanze maggiori. Solitamente è utilizzata la tecnologia Bluetooth per dialogare, sempre attraverso un ripetitore, con una sorgente audio esterna compatibile con questo protocollo.

Le più recenti piattaforme includono la tecnologia RF per consentire la trasmissione di dati a distanze superiori a 9 metri, eliminando la necessità di ripetitori.

Vi sono quindi numerose criticità che i progettisti di apparecchi acustici devono affrontare nella realizzazione di una piattaforma hardware efficace in un mercato dinamico dove la tecnologia è in continua evoluzione. In uno scenario molto "fluidico", la flessibilità di progettazione diventa cruciale e, di conseguenza, i produttori di microelettronica devono adeguarsi. ON Semiconductor, ad esempio, ha sviluppato Ezairo 7100. Questo system-on-chip ad alto grado di integrazione integra quattro processor e un DSP programmabile a 24 bit che consente ai produttori di sviluppare i propri algoritmi. Con un consumo inferiore a 0,7 mA, questo circuito integrato supporta una velocità di clock di 10,24 MHz e dà la possibilità di variare la velocità di clock, a tutto vantaggio della potenza di calcolo. Il controllore wireless integrato (compatibile con NFMI e RF) supporta il trasferimento dati ad alta efficienza.