



Come Evitare l'eccesso di Banda nel Progetto di Sistemi USB

By (Brian Ellis, Product Marketing Engineer, Cypress Semiconductor Corp.)

Sommario

Un controllore per hub di un sistema USB con un singolo TT (Transaction Translator) può garantire l'ampiezza di banda richiesta in maniera decisamente più economica rispetto a un analogo dispositivo che integra un numero maggiore di TT

Introduzione

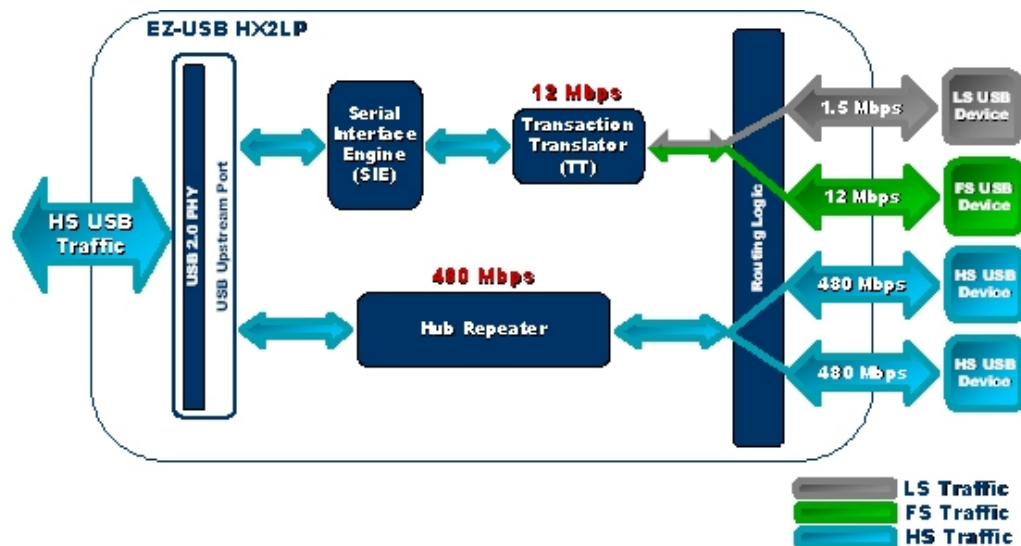
In un mondo che corre ad alta velocità, il tempo è denaro per cui anche ogni secondo è prezioso: nel settore high-tech, un secondo può significare successo o fallimento. La progettazione di un sistema USB che sia il più efficiente e semplice possibile richiede la presenza di un controllore dell'hub USB in grado di ottimizzare le prestazioni. I controllori con più TT (Translation Transaction) sono sinonimo di prestazioni più elevate, ma anche di costi maggiori. A questo punto appare lecito chiedersi se tali controllori garantiscano davvero un incremento, in termini di prestazioni, rispetto a controllori con un singolo TT. Alcune semplici considerazioni permettono di scoprire come evitare di pagare per avere un'ampiezza di banda che risulta eccessiva per l'applicazione considerata.

Controllori per hub USB

Per capire quali sono le caratteristiche salienti di un controllore per hub USB, è utile partire dal funzionamento base di un hub, che in un'architettura USB sono i dispositivi intermedi che hanno il compito di moltiplicazione delle porte. Un hub può essere pensato come un imbuto in grado di ricevere più ingressi e incanalarli in una singola uscita. Gli ingressi sono ricevuti attraverso le porte downstream (ovvero situate a valle) e incanalate attraverso una porta upstream (a monte) collegata all'host USB. Un bus USB opera a una singola velocità che viene definita dall'host USB al quale è connesso: se la porta upstream di un hub USB è collegata a un host USB high-speed, tutto il traffico che passa attraverso la porta upstream deve essere traffico high-speed. Ciò pone un problema di fondamentale importanza, in quanto le periferiche USB possono operare a tre differenti velocità: low-speed (LS), full-speed (FS) e high-speed (HS). Di conseguenza l'hub ha il compito di standardizzare la velocità di tutto il traffico che attraversa la porta upstream.

Tutti i dati che pervengono alla porta upstream devono prima transitare in uno di due canali: il ripetitore dell'hub o il translation transactor (che è preposto ai trasferimenti dati). Per le periferiche che già operano alla medesima velocità dell'host USB, non è necessaria nessuna standardizzazione di velocità, per cui i dati vengono semplicemente trasferiti upstream. Questa operazione è compiuta per mezzo del ripetitore dell'hub, che agisce come elemento passante (da qui il nome ripetitore) per i dati. Nel caso le periferiche connesse non operano alla stessa velocità dell'host USB, il translation transaction viene impiegato per eseguire la standardizzazione (si veda lo schema di figura 1).

Fig. 1 – Schema di funzionamento di un controllore per hub



Un translation transactor può essere considerato alla stregua di una stazione ferroviaria, dove i dati LS e FS “salgono” sul treno HS. Nel momento in cui i dati LS e FS entrano nella stazione, attendono finché il treno HS non si riempie. Una volta che questo treno è completo di dati LS e FS, lascia la stazione alla velocità HS. Continuando con questa analogia, quando i dati LS e FS entrano nel TT, vengono “pacchettizzati” e memorizzati temporaneamente finché un pacchetto di dati HS, pieno di dati LS e FS, è inviato attraverso la porta upstream alla velocità HS.

In termini più tecnici, un TT risulta composto da gestore di dati HS upstream e da un gestore di dati LS/FS downstream, connessi attraverso buffer di dati. Quando inizia una transazione, il gestore HS riceve un comando di avvio suddivisione necessario per l’attivazione dei buffer e il conseguente inizio del processo di traduzione. I buffer quindi mantengono le transazioni dei dati LS/FS finché non sono trasformati in pacchetti HS pronti per il trasferimento verso il bus USB HS upstream. Una volta che il pacchetto è pronto per la trasmissione, viene inviato un comando di completamento della suddivisione e i dati attraversano il gestore HS verso l’host USB.

Il Translation Transaction utilizza transazioni divise per gestire in maniera efficiente il traffico HS attraverso l’hub. L’impiego di transazioni separate permette all’host USB di avviare una traduzione LS/FS senza interrompere il trasferimento dei dati HS attraverso il ripetitore. In questo modo non è necessario attendere la traduzione dei dati attraverso il dispositivo TT, così da ottimizzare le prestazioni dell’hub.

TT: criteri di scelta

Ciascun TT può gestire un’ampiezza di banda massima di 12 Mbps. Nelle applicazioni che prevedono un singolo TT, questa ampiezza di banda viene condivisa fra tutte le porte attive. Quindi, nel caso le periferiche LS/FS occupino tutte le porte di un hub USB 2.0 a quattro porte, il traffico relativo a ciascuna periferica si “batterà” per una condivisione imparziale dei 12 Mbps disponibili. In certe condizioni, un dispositivo può anche non essere in grado di eseguire una enumerazione completa perché l’ampiezza di banda richiesta non è disponibile. Gli hub con più TT permettono di eliminare questo problema in quanto mettono a disposizione un TT dedicato per ciascuna porta, in modo da consentire alle periferiche LS/FS di avere la massima ampiezza di banda richiesta senza alcuna necessità di condivisione.

In base a questo ragionamento, potrebbe sembrare che più TT sono meglio di un solo TT. Invece, non è così.

A questo proposito è bene ricordare che la massima ampiezza di banda richiesta da un dispositivo USB LS è 1,5 Mbps. Quindi, anche nel caso si stiano utilizzando sette dispositivi USB LS in un hub a singolo TT a sette porte, la massima

ampiezza di banda richiesta è 10,5 Mbps, un valore inferiore alla banda disponibile nel TT. Quindi l'impiego di un hub con più TT non apporta alcun beneficio rispetto a un hub a singolo TT in un progetto che preveda periferiche LS e HS.

Resta il caso delle periferiche USB FS: per questo motivo è bene fare un breve "ripasso" sui trasferimenti previsti dallo standard USB.

Vi sono quattro tipi di trasferimenti:

- Controllo: questi trasferimenti sono usati da tutti i dispositivi USB per preparare ciascuno di esso all'utilizzo una volta inserito nel sistema. Si tratta di trasferimenti molto brevi e richiedono un'ampiezza di banda pressoché nulla;
- Interrupt: i trasferimenti in modalità interrupt vengono impiegati in presenza di brevi "raffiche" (burst) di dati. Per esempio, il mouse trasmette dati solo quando viene mosso: questi dati "interrompono" il PC in modo che possa comprendere l'avvenuto movimento. Questi trasferimenti sono usati per dispositivi a limitata ampiezza di banda che non sono utilizzati per lunghi periodi di tempo;
- Bulk: questo tipo di trasferimenti sono usati per trasferire in tempi brevi grandi quantità di dati. Per esempio nel momento in cui si stanno copiando file su un hard drive (HDD) esterno si sta utilizzando un trasferimento bulk. Poiché l'obiettivo principale del trasferimento è la velocità, i trasferimenti consumano la massima ampiezza di banda possibile. Tanto più estesa è la banda, tanto più larga sarà la "condotta" disponibile per trasferire i dati e più rapida sarà l'operazione;
- Isocrono: i trasferimenti isocroni sono utilizzati quando la temporizzazione rappresenta un elemento critico. Ad esempio, quando si impiega una Webcam USB per registrare l'ultimo video musicale scaricato da YouTube sul PC, le immagini devono essere ricevute nella esatta sequenza per evitare salti o sfarfallii nel filmato. Poiché la temporizzazione è un elemento della massima importanza nei trasferimenti isocroni, i dispositivi che utilizzano questo tipo di trasferimento richiedono una quantità prefissata di ampiezza di banda per poter funzionare che non può essere modificata. Se questa non è disponibile, il dispositivo non potrà operare.

Dei quattro tipi di trasferimento previsti, solo due di essi richiedono un'estesa ampiezza di banda e possono causare problemi in termini di risorse di banda: bulk e isocrono.

I trasferimenti bulk sono impiegati principalmente nelle applicazioni in cui è previsto il trasferimento di una grande quantità di dati nello stesso tempo, come HDD esterni. I trasferimenti isocroni, invece, sono ampiamente utilizzati nel caso delle Webcam per garantire la qualità delle immagini trasferite in tempo reale.

Secondo una recente indagine condotta da InStat, le WebCam e gli HDD USB FS avranno una quota di mercato trascurabile entro la fine di quest'anno. Quindi il solo caso in cui si ottengono vantaggi dall'impiego di un hub con più TT si ha nel caso in cui sono presenti dispositivi USB FS – come dispositivi di memorizzazione di massa esterni o Webcam – che effettuano trasferimenti di tipo bulk o isocrono. I dati di mercato evidenziano chiaramente una migrazione verso dispositivi USB HS entro la fine del 2007. Nei progetti attuali, dunque, le prestazioni di hub con uno o più TT si possono considerare equivalenti.

Il problema dei costi

In termini di silicio, le dimensioni del die sono strettamente correlate ai costi: più grande è il die, più elevati sono i costi. Il confronto delle dimensioni del die di un controllore per hub con più TT rispetto a un dispositivo con un solo TT è più complessa e non si può ridurre alla semplice moltiplicazione del numero dei TT aggiuntivi. Ogni TT è corredato della relativa logica di supporto, che contribuisce all'aumento degli ingombri. Quando si confrontano le dimensioni di un controllore per hub con un solo e con più TT realizzato con la medesima tecnologia di processo, quest'ultimo è caratterizzato da ingombri superiori del 34%. Ciò si traduce in un aumento del costo del 34% del die, il che comporta un incremento del 49% sul prezzo di vendita all'utente finale.

Quindi un progetto che prevede un controllore hub con più TT il prodotto finale costerà il 50% in più di un prodotto basato su un singolo TT senza assicurare nessun aumento in termini di prestazioni.



References

Cypress Semiconductor
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709
Phone: 408-943-2600
Fax: 408-943-4730
<http://www.cypress.com>

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™, Programmable System-on-Chip™, and PSoC Express™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

This Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and/or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.