

Il bus USB perde il filo

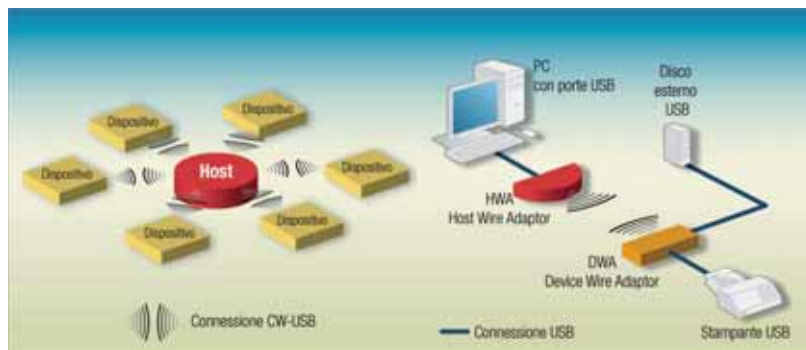
Massimo Giussani (*)

Con miliardi di dispositivi installati in tutto il mondo, il bus USB (Universal Serial Bus) rappresenta una delle interfacce di maggior successo nella storia delle tecnologie informatiche. La semplicità d'uso e il basso costo hanno contribuito alla sua rapida diffusione nel mondo dei PC e dell'elettronica di consumo, facendolo diventare uno standard 'de facto' nel giro di pochi anni dalla sua introduzione. Non c'è da stupirsi se alcuni produttori si siano dedicati alla creazione di versioni senza fili, che ne condividano i pregi (ma soprattutto il bacino d'utenza) e, liberando gli utilizzatori da cavi e connettori, possano conquistare il segmento delle apparecchiature portatili.

Alleanze e standard

La più nota trasposizione di USB nell'universo wireless è senza dubbio Certified Wireless USB (Cw-USB o W-USB), proposta dall'"USB Implementers' Forum" (USB-If), che si basa sulla tecnologia UWB sponsorizzata dalla WiMedia Alliance. La sua diffusione è ancora inferiore alle aspettative per via dei ritardi subiti nello sviluppo delle specifiche e del programma di certificazione, eppure secondo gli analisti più ottimisti Cw-USB è destinato a prendere il posto del tradizionale USB cablato nella maggior parte dei PC e delle apparecchiature portatili del futuro. È doveroso

segnalare altre due versioni senza fili del bus USB: WirelessUSB di Cypress Semiconductor e CableFree USB di Freescale Semiconductor. La prima è una variante a bassa velocità (tra 1 Mbps a 10 m e 62,5 kbps a 50 m) basata su una tecnologia radio proprietaria a 2,4 GHz che si proponeva come alternativa a Bluetooth; la seconda invece



Nelle reti Certified Wireless USB un host può gestire fino a 127 dispositivi, singolarmente o in cluster; gli adattatori permettono di integrare in una rete Cw-USB host e periferiche conformi allo standard cablato USB

ce si appoggia alla tecnologia UWB Direct Sequence portata avanti dall'UWB Forum e ha il pregio di adattarsi, senza richiedere modifiche a livello di driver o sistema operativo, all'interfaccia cablata USB 2.0. Certified Wireless USB è una variante Ofdm di UWB, che è stata standardizzata da Ecma International (European Computer Manufacturers' Association) in seguito all'impossibilità di superare l'"impasse" cui si era giunti nel gruppo di lavoro IEEE 802.15.3. Gli strati fisico e MAC di UWB Ofdm sono descritti nelle specifiche Ecma-368 (riprese in ISO/IEC 26907) che l'organizzazione no profit mette a disposizione senza costi e libere da copyright.

Senza fili, ma con cautela

Il gruppo Wireless USB Promoter, che promuove Cw-USB, annovera tra i suoi membri aziende come HP, Intel, LSI, Microsoft, NEC, Philips e Samsung. Invece di trasporre il protocollo USB tale e quale nel mondo wireless, gli sviluppatori hanno preferito appoggiarsi a una piattaforma per le comunicazioni via radio che tenesse in debito conto le problematiche relative a sicurezza, consumi e immunità ai disturbi tipiche del nuovo mezzo trasmissivo. L'assenza di collegamenti tangibili in Cw-USB reca con sé una serie di vantaggi, che vanno oltre la comodità e la pulizia date dall'eliminazione dei cavi: la distanza ammissibile tra dispositivi è superiore a quella concessa dalla versione cablata (si arriva a 10 m con una velocità teorica di 110 Mbps, mentre i 480 Mbps si raggiungono su distanze inferiori a 3 m); inoltre, essendo l'etere un canale condiviso da tutti i dispositivi, viene a cadere la necessità di utilizzare degli hub per collegare più periferiche indipendenti allo stesso host (se ne possono connettere fino a un massimo di 127, come per la versione cablata).

**Certified
Wireless USB punta
a 'bissare'
il successo riscosso
dalla versione cablata
dell'interfaccia
USB**

Il passaggio al wireless comporta comunque dei problemi, che devono essere affrontati dal nuovo protocollo, primo fra tutti quello della sicurezza: nella versione cablata il cavo è sotto il diretto controllo dell'utente ed è da ritenersi improbabile che un estraneo possa accedere a quel mezzo. Quando invece si usano le onde radio, le comunicazioni possono essere intercettate con facilità ricorrendo a una semplice antenna direzionale, per cui la cifratura delle trasmissioni diventa una necessità insindacabile e deve essere forzata dal protocollo. Non solo, è necessario anche introdurre un meccanismo per associare i dispositivi ai soli host con i quali devono comunicare, non con altri. Il mezzo è inoltre estremamente rumoroso (il 'bit error rate' è dell'ordine di 10-4 contro i 10-11 tipici delle connessioni via cavo), soggetto a interferenze da parte di altri dispositivi e regolamentato da organi legislativi. Tutto questo comporta nuovi compromessi tra velocità di trasmissione e potenza assorbita.

UWB: banda larga e bassa potenza

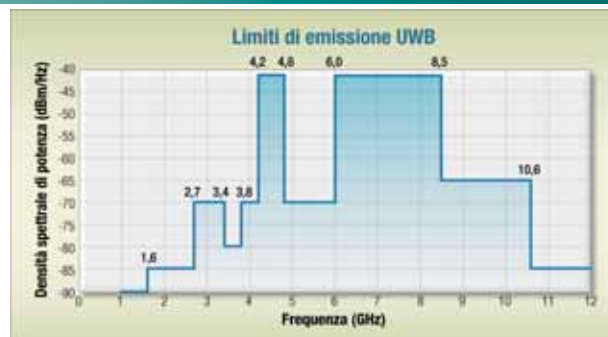
Uno degli aspetti più inquietanti del passaggio in massa alle tecnologie senza fili è l'affollamento delle frequenze, in quanto l'etere è una risorsa condivisa, non individuale come può esserlo un collegamento cablato.

L'attenuazione del segnale con la distanza aiuta a rendere più 'privato' il mezzo, facendo sì che sistemi dello stesso tipo non interferiscano tra loro se separati da una distanza sufficiente.

Il diametro di una rete wireless può a sua volta essere contenuto limitando la potenza del segnale, cosa che comporta il 'bonus' di una superiore durata delle batterie nelle applicazioni portatili, ma al contempo rende più arduo distinguere l'informazione dal rumore. Com'è possibile, allora, garantire le alte velocità di trasferimento dati richieste dalle moderne applicazioni? Un aiuto viene dal 'teorema di Shannon', secondo il quale la capacità di un canale affetto da rumore bianco additivo è direttamente proporzionale alla banda, mentre dipende dal solo logaritmo in base due del rapporto segnale-rumore. Dato che il logaritmo cresce meno rapidamente, con una banda estremamente larga ci si può accontentare di bassissime potenze di segnale.

Nel 2002 la statunitense FCC ha adottato il termine 'Ultra Wide Band' per indicare bande di larghezza non inferiore a 500 MHz oppure con un'ampiezza a 10 dB che sia almeno il 20 per cento della frequenza centrale. La definizione si estende alle tecnologie di comunicazione che utilizzino questo profilo spettrale, ma lascia libertà nella scelta del tipo di segnale e degli schemi di modulazione.

La vera innovazione delle tecnologie UWB risiede nella sovrapposizione della banda concessa per questo tipo di comunicazioni (tra 3,4 e 10,6 GHz) ad altre bande concesse in licenza e una volta considerate esclusive, per lo meno negli Stati i cui enti regolatori hanno legiferato in merito. L'interoperabilità è garantita dal fatto che alle basse poten-



Ultra Wide Band permette di utilizzare bande di frequenza precedentemente disponibili solo su licenza, sovrapponendosi con dei limiti di potenza ben precisi

ze previste, i segnali UWB risultano indistinguibili dal rumore dal punto di vista dei ricevitori a banda stretta per le bande licenziate.

WiMedia UWB e PAL

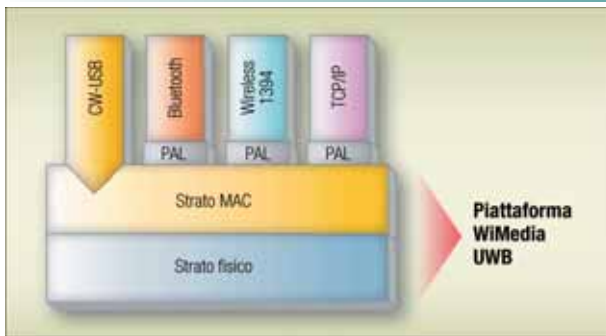
Cw-USB si appoggia all'implementazione UWB basata sulla multiplexazione a divisione su frequenze ortogonali (Ofdm), che viene supportata da WiMedia Alliance. Utilizza una tecnica di modulazione a portante multipla, che divide il flusso dei dati ad alta velocità in sottoflussi, da trasmettere mediante portanti indipendenti a frequenze opportunamente distanziate. Uno dei vantaggi di questo approccio è che i singoli canali occupano una banda stretta e sono meno sensibili all'interferenza a radiofrequenza e alla distorsione dovuta ai percorsi multipli che il segnale può seguire.

Le specifiche UWB WiMedia definiscono gli strati fisico e MAC di una piattaforma radio a banda larga, che permette di utilizzare nella stessa rete e senza interferenze diversi protocolli di livello superiore. Tra quelli supportati figurano, oltre a Certified Wireless USB, la versione 3.0 di Bluetooth, Wireless Firewire e una variante senza fili di TCP/IP. Questa convergenza è uno dei punti di forza dello standard WiMedia e viene realizzata in larga parte per mezzo di uno strato d'interfaccia denominato PAL-Protocol Adaptation Layer, tra MAC UWB e il protocollo client.

Nel caso di Cw-USB, per implementare le caratteristiche intrinsecamente 'master-slave' del protocollo USB è stato necessario spingersi fin dentro lo strato MAC, utilizzando un'opzione appositamente riservata per accomodare protocolli di qualsiasi tipo. Il 'tradimento' dell'ideale di WiMedia di realizzare un'architettura distribuita è motivato dalle esigenze di compatibilità verso un bus, che nella versione cablata cercava di alleggerire il carico sulle periferiche, in maniera da contenerne i costi e gli ingombri dell'interfaccia.

Host, device e altro ancora

L'architettura USB, sia essa cablata o senza fili, contempla tre tipi di nodi: un host, che funge da master e stabilisce quando e con chi comunicare; una o più periferiche, ossia i device, che trasmettono o ricevono dati su disposizione dell'host; altri dispositivi dal doppio ruolo, i 'dual role device', che a seconda delle circostanze possono comportarsi da



I protocolli delle principali reti personali senza fili si appoggiano sugli strati PHY e MAC della piattaforma radio WiMedia UWB

host o da device. Un esempio di quest'ultima tipologia è una fotocamera digitale che si comporta da periferica quando interrogata da un PC e agisce invece da host quando invia autonomamente immagini a una stampante. Lo standard non prevede la possibilità di effettuare connessioni 'peer-to-peer' tra due host o tra due periferiche.

Cw-USB aggiunge alle classi di dispositivi previsti dalla versione cablata un ulteriore elemento: l'adattatore cablato o 'wire adaptor'. Questo adattatore si può connettere alla porta USB di un host, nel qual caso prende il nome di HWA-Host Wire Adaptor, oppure di una periferica, in tal caso si parla di DWA-Device Wire Adaptor, per attribuire funzionalità wireless a sistemi che non offrono il supporto nativo dello standard.

Le connessioni tra host e device sono di tipo punto-punto, con la possibilità di utilizzare il buffering per inviare le medesime informazioni a una serie di periferiche che fanno parte del medesimo cluster. La possibilità di indirizzare più periferiche, fino a 127, simultaneamente è una caratteristica che differenzia la versione senza fili da quella cablata.



Struttura essenziale delle trame Cw-USB

Protocollo wireless

Nella sua prima versione (maggio 2005) il protocollo Cw-USB permetteva di raggiungere velocità di trasmissione comprese tra 53,3 e 480 Mbps in base alla distanza e alle condizioni del collegamento. I dati divulgati dallo USB Implementers' Forum mostrano un'efficienza del 75 per cento sui trasferimenti dati su collegamenti a 480 Mbps. La versione successiva ha portato la massima velocità teorica a 1 Gbps.

Per far sì che una periferica possa dialogare con un determinato host e con nessun altro è necessario eseguire, un'unica volta, una procedura di associazione e autenticazione che sostituisce l'atto di connettere il cavo alle rispettive porte nella versione cablata. Esistono tre diversi modelli di associazione: quella numerica, basata sull'immissione di codici in entrambi i dispositivi; quella cablata, che prevede uno scambio di informazioni via cavo prima di utilizzare le funzionalità wireless; infine, una modalità NFC, che riguarda la versione 1.1 del protocollo e prevede lo scambio di una chiave segreta condivisa tra i due interlocutori. Il trasferimento dei dati può essere di quattro tipi: isocrono, 'bulk', controllo e 'interrupt'. Per far fronte all'elevato tasso di errori che caratterizza la trasmissione via radio, la modalità isocrona è stata modificata rispetto alla versione cablata introducendo nuovi meccanismi di 'handshake' e di buffering.

Pacchetti senza fili

Per garantire il trasferimento efficiente di dati da e verso i numerosi dispositivi collegati allo stesso host, il protocollo Cw-USB provvede a raggruppare le transazioni in maniera tale da permettere all'host di assolvere ai doveri di trasmissione verso tutte le periferiche, prima di dedicarsi alla ricezione. La transazione non è più una semplice sequenza Token-trasmissione dati-handshake come nella versione cablata, ma diviene un più complesso gruppo di transazioni Cw-USB. Sono previsti quattro tipi di pacchetti: dati, MMC-Microscheduled Management Command, handshake e notifica. I pacchetti sono obbligatoriamente criptati, anche se non necessariamente interamente, per assicurare un livello minimo non tralucabile di sicurezza nelle comunicazioni. La trama dei pacchetti Cw-USB è incapsulata in quella del protocollo MAC di WiMedia UWB.

I pacchetti dati contengono ovviamente i dati dell'applicazione. L'intestazione occupa i primi due byte, uno per gli attributi (numero del terminale e identificativo pacchetto) e uno per lo stato (numero sequenziale e 'flag' di stato); il carico del frame Cw-USB ha una dimensione massima di 3.584 byte. I pacchetti MMC contengono tutte le informazioni di controllo necessarie allo svolgimento delle transazioni, tra cui gli intervalli di tempo in cui a una periferica è consentito di ricevere o trasmettere. Il carico MMC non è criptato, poiché contiene informazioni che devono essere decifrate prima ancora di poter instaurare una comunicazione sicura tra host e device.

I pacchetti di handshake, molto corti, provvedono a confermare l'esecuzione delle operazioni; i pacchetti di notifica, infine, sono trasmessi dalle periferiche per segnalare notifiche all'host. ■

(*) Bibliografia:
Ghobad Heidari, "Wimedia UWB: Technology of choice for Wireless USB and Bluetooth", Wiley, 2008
Stephen Wood, Roberto Aiello, "Essentials of UWB", Cambridge University Press, 2008