

Interfaccia USB

Indice

1. USB: l'interfaccia del futuro	1
2. L'USB in pratica	1
3. Topologia della rete di collegamenti USB	3
3.1. Host USB.....	3
3.2. HUB	4
3.3. Funzioni.....	5
4. Caratteristiche del BUS USB	6
5. Pregi e difetti dell'USB	6
6. Concorrenti dell'interfaccia USB.....	7
6.1. Interfaccia FireWire	7
6.2. WLAN (Wireless Local Area Network)	9
Conclusioni.....	10

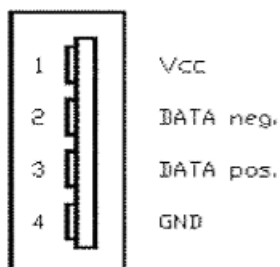
1. USB: l'interfaccia del futuro

L'Universal Serial BUS (USB) è uno standard di comunicazione tra PC e periferiche. La nascita dell'Universal Serial BUS risale al 1995. Durante la conferenza annuale WinHEC95 (Windows Hardware Engineering Conference) un consorzio di produttori composto da Microsoft, IBM, Compaq, Digital, NEC e Northern Telecom ha posto le basi per la definizione di questo standard di comunicazione. Per favorirne la rapida diffusione, lo standard USB è stato messo a disposizione di tutti i produttori di hardware liberamente e gratuitamente. Per questo motivo, l'interfaccia USB si sta sempre più imponendo nel mercato dei PC grazie alla crescente diffusione di periferiche che utilizzano questo tipo di interfaccia. Secondo i maggiori produttori di hardware e software come Apple e Microsoft, l'USB possiede tutte le caratteristiche per imporsi come l'interfaccia del futuro; con essa, infatti, è possibile collegare tastiere, mouse, modem, stampanti, scanner, webcam, joystick, altoparlanti e altre periferiche utilizzando un solo tipo di connessione.

2. L'USB in pratica

Grazie all'interfaccia USB è possibile collegare al PC, per mezzo di un singolo cavo composto da una coppia di conduttori, una grande varietà di dispositivi. Utilizzando degli speciali moltiplicatori di porte (HUB) è possibile, inoltre, creare una struttura su sette livelli, alla quale per mezzo degli HUB è possibile, a sua volta, collegare e far lavorare contemporaneamente un elevato numero di periferiche. All'interno di una struttura di questo tipo, si può avere, quindi, una tastiera che alimenti un altro apparato, ad esempio un mouse, come avviene nel Macintosh. Lo schema del connettore della porta di comunicazione USB è riportato in Fig.1.

Connettore USB
(lato innesto)



VCC - alimentazione positiva 5 volt

GND - massa di riferimento

Data Positivo

Data Negativo



Fig. 1 – Schema del connettore della porta di comunicazione USB. Lo schema si riferisce al connettore presente sul PC o su un HUB.

Lo standard USB 1.0 supporta collegamenti a 1.5 Mbit/s, velocità adeguata per mouse, tastiere e dispositivi lenti. La versione 1.1 aggiunge la modalità *full speed* che innalza la velocità a 12 Mbit/s. La maggiore novità dello standard USB versione 2.0 è l'innalzamento della velocità di trasferimento che arriva anche a 480 Mbit/s. Questa velocità così elevata consente all'USB di competere con lo standard FireWire ad armi quasi pari. Le limitazioni del BUS sono dunque dovute alla contemporaneità delle trasmissioni da parte di più periferiche collegate. Il forum che sovrintende allo sviluppo dello standard USB ha rinominato USB 1.1 come USB 2.0 *Full Speed* e USB 2.0 come USB 2.0 *High Speed*.

Uno dei concorrenti del BUS USB è rappresentato dall'interfaccia FireWire che garantisce una banda passante superiore (100 Mbit/s). D'altro canto, il BUS USB utilizza un tipo di hardware più semplice ed economico, e la nuova versione 2.0 di USB dovrebbe garantire una banda passante paragonabile a quella offerta da FireWire.

Oltre ai dati, il BUS USB garantisce anche l'alimentazione per le periferiche: esso è, infatti, in grado di fornire una corrente di 500 mA ad una tensione di 5 volt. Tale caratteristica può tranquillamente garantire l'alimentazione per piccole periferiche, che possono quindi fare a meno di batterie e di alimentatori esterni. Esiste però una limitazione: se si utilizza un HUB passivo (non dotato di alimentazione propria) non è possibile collegare, ad una delle sue porte, periferiche che presentino un assorbimento superiore a 100 mA.

Ad una porta USB è possibile collegare fino a 127 dispositivi. Il PC rappresenta il gestore, *manager*, dello scambio dei dati attraverso il BUS; esso agisce come *Master*, mentre le altre periferiche agiscono come *Slave*. È possibile realizzare una rete USB che comprende fino a 5 HUB attivi. La lunghezza del cavo che collega due periferiche non può superare i cinque metri.

Lo standard USB offre i seguenti vantaggi.

- Basso costo rispetto alla velocità di trasferimento di 480 Mbit/s (USB 2.0 High Speed).
- Comodità d'uso per le periferiche di espansione del PC.
- Risparmio di corrente. Secondo le specifiche PC98 e PC99 il BUS permette di non alimentare le periferiche inutilizzate o, più precisamente quelle che non sono previste nella configurazione momentanea del PC.
- Collegamento a caldo delle periferiche. Una periferica USB può essere collegata in qualsiasi momento, anche a computer acceso. Il sistema operativo è, infatti, in grado di riconoscere istantaneamente quando una nuova periferica viene collegata. È tuttavia consigliabile, prima di collegare il dispositivo per la prima volta al computer, installare i

driver forniti con la periferica: dopo questa operazione la periferica è pronta per essere accesa e configurata.

- Mediante lo standard per la telefonia TAPI, è possibile collegare tramite USB dei modem standard o ISDN e realizzare servizi telefonici quali fax, centralini o servizi di segreteria telefonica.
- Piena assistenza per dati audio e video compressi in tempo reale.
- Flessibilità del protocollo per modalità *sincrone* nel trasferimento dati e *asincrone* per l'invio di messaggi.
- Comoda integrazione nella tecnologia dei dispositivi.
- Standard di interfaccia veloce nella comunicazione con la periferica.
- Facile da usare per gli utenti.
 - Unico modello per cavi e connettori.
 - Identificazione autonoma delle periferiche, mappatura e configurazione automatica delle Funzioni.
 - Allocazione dinamica e riconfigurazione delle periferiche collegate.
- Ampia gamma di applicazioni
 - Adatto per dispositivi con bandwidth da pochi kbit/s a molti Mbit/s.
 - Supporto di trasferimento sincrono e asincrono sullo stesso cavo.
 - Connessione multipla: supporta operazioni concorrenti di molti dispositivi.
 - Supporta il collegamento di 127 periferiche.
 - Supporta trasferimenti multipli di dati e messaggi fra Host e dispositivo.
 - Tollera dispositivi che integrano diverse *Funzioni* (vedi Fig.2).

3. Topologia della rete di collegamenti USB

3.1. Host USB

In qualsiasi sistema USB esiste soltanto un Host ed è identificato con il PC. Il controllore dell'Host è implementato come combinazione di hardware e software. Il RootHUB è integrato all'interno del sistema Host per provvedere a uno o più punti di connessione. Le periferiche possono essere connesse direttamente al RootHUB oppure ad un HUB collegato, a sua volta, al RootHUB, come rappresentato in Fig. 2.

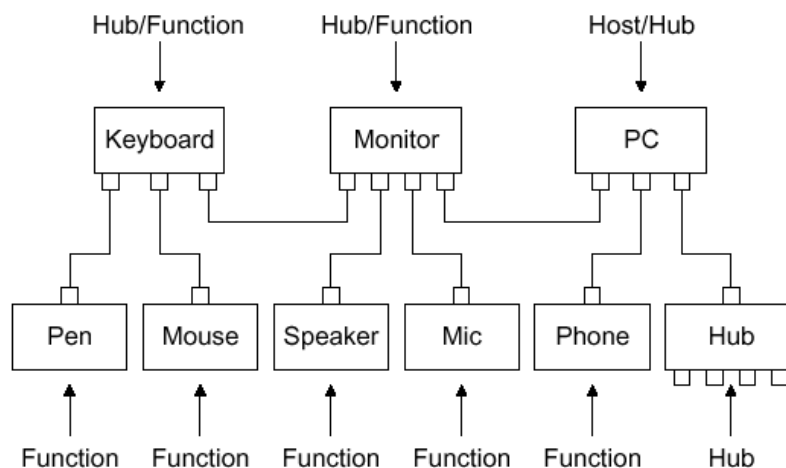


Fig. 2 - Schema di connessione tra periferiche e HUB.

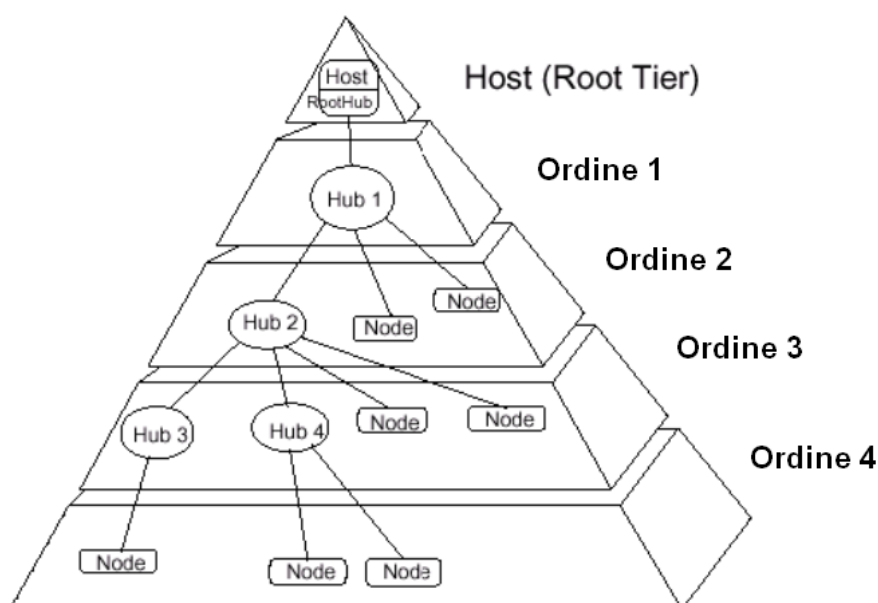


Fig. 3 – Topologia della rete USB.

3.2. HUB

L'HUB provvede alla diramazione dei punti di connessione USB. Esso è un elemento chiave dell'architettura PLUG & PLAY dell'USB. L'HUB serve a semplificare la connessione di periferiche USB dalla prospettiva dell'utente e provvede inoltre a rendere il sistema robusto e complesso mantenendo un basso costo. Gli HUB infatti sono concentratori di fili permettendo multiple connessioni, peculiari dello standard USB. Ogni HUB converte ogni porta in più porte. L'architettura può supportare la concatenazione di molti HUB. La porta d'entrata può essere collegata al RootHUB integrato nell'Host. Le altre porte finali di un HUB permettono la connessione di altri HUB o di altre Funzioni. Gli HUB possono riconoscere se un dispositivo è

collegato e quindi attivarlo. Inoltre, ogni porta d'uscita può essere configurata indipendentemente scegliendo ad esempio alta o bassa velocità di trasmissione, che viene riconosciuta dall'HUB e quindi segnalata all'Host.

L'HUB è formato di 2 parti: l'HUB *Controller* e l'HUB *Repeater*. Il repeater è un protocollo attuato tra la porta sorgente e la porta finale; ha anche un supporto hardware per il reset o la sospensione dell'attività. Il controllore invece provvede all'attivazione dei registri di interfaccia per permettere la comunicazione da o verso l'Host. L'HUB specifica segnali di stato e di controllo che permettono all'Host di configurarlo e di controllarlo.



Fig. 4 – HUB USB.

3.3. Funzioni

Le Funzioni rappresentano essenzialmente le periferiche e provvedono ad aumentare la capacità del sistema, per esempio, una connessione ISDN, un joystick digitale, uno speaker ecc. La Funzione non è altro che un dispositivo USB in grado di trasmettere o ricevere dati o di controllare operazioni che si svolgono sul BUS. Una Funzione è tipicamente implementata come un separato sistema periferico con un cavo che si chiude in una porta dell'HUB. Comunque, un pacchetto fisico può implementare diverse Funzioni o integrare un HUB. Ciò è conosciuto come *dispositivo composto*; esso appare all'Host come un HUB al quale sono collegati permanentemente dei dispositivi. Ogni Funzione contiene informazioni sulla configurazione che descrivono le sue capacità e i suoi prerequisiti. Prima che una Funzione sia utilizzata, essa deve essere, quindi, configurata dall'Host. La configurazione comporta l'allocazione della bandwidth USB nonché la selezione specifica di funzioni o opzioni. Ecco alcuni esempi di Funzione:

- un dispositivo localizzatore, come il mouse, la lavagnetta o la penna luminosa;
- un dispositivo di input, come la stessa tastiera;
- un dispositivo di output, come la stampante;
- un adattore telefonico, come l'ISDN.

4. Caratteristiche del BUS USB

La catena USB ha origine nell'HUB principale, il rootHUB, che si trova sulla motherboard del PC. Questo HUB è composto da due porte e costituisce la cima della piramide da cui si diramerà poi la rete vera e propria (vedi Fig. 3). Nell'ipotesi più semplice, a una di queste porte potrebbe essere collegata direttamente la prima periferica. Poiché entrambe le porte lavorano indipendentemente l'una dall'altra, la scelta di quale porta utilizzare è assolutamente ininfluente.

Molte configurazioni standard prevedono un tipo di connessione in cui, di solito, il monitor e la tastiera vengono collegati direttamente alle porte del RootHUB. Spesso, specialmente sulle tastiere e sui monitor, è presente un altro HUB. In questo caso, si rendono disponibili altre porte per cui è possibile, ad esempio, collegare la stampante direttamente al monitor e così via. Si può notare come ogni HUB rappresenti la cima di una piccola piramide. Una delle caratteristiche principali del BUS USB è che, al contrario del BUS SCSI o del BUS GP-IB, esso non è composto di un singolo BUS che collega fra loro tutte le periferiche a partire dal controller; la catena USB assomiglia molto di più a un collegamento punto-punto. I segnali che partono dal RootHUB possono quindi raggiungere direttamente le periferiche o altri HUB. **È importante che all'interno della catena non si formino dei nodi, ovvero che i cavi che escono ad un HUB non rientrino in uno degli HUB posti più a monte nella struttura piramidale.** Per evitare l'inconveniente, i produttori hanno stabilito una regola per la quale i cavi USB devono essere collegati in modo fisso alla propria periferica. Ciò dà una maggiore robustezza intrinseca, rispetto alle altre strutture di rete, e una maggiore facilità per gli utenti meno esperti, che potranno portare a termine i collegamenti con successo senza possibilità di errori.

5. Pregi e difetti dell'USB

Come in ogni rete, anche nel caso de BUS USB la distanza fra il RootHUB e l'ultima periferica connessa non può superare una certa lunghezza. Per questo motivo è stato deciso che la massima distanza fra ognuno dei 7 livelli possibili deve essere 5 metri. In questo modo, la distanza fra il primo e l'ultimo HUB non può superare i 35 metri. Alla stessa regola devono sottostare anche le periferiche: i cavi connessi a quest'ultime non possono, infatti, superare i 5 metri di lunghezza. Come si vede le distanze raggiungibili sono ragguardevoli e possono soddisfare pienamente le esigenze dei piccoli uffici.

Per quanto riguarda l'utilizzo degli HUB, praticamente non esistono limitazioni. È quindi possibile collegare una periferica ad una qualsiasi delle porte dell'HUB. Esistono però delle limitazioni relative al consumo di corrente: per poter essere connesse ad un HUB, le periferiche che non sono state dotate di un proprio alimentazione come ad esempio tastiere, mouse e qualche

scanner, devono presentare un assorbimento inferiore ai 100 mA (modalità *Low Power*). Se è necessario collegare periferiche che assorbono fra i 100 e i 500 mA (modalità *High Power*), si deve equipaggiare la periferica con un alimentatore esterno. Una alternativa all'utilizzo degli alimentatori esterni è rappresentata dagli HUB attivi, che disponendo di un proprio alimentatore, sono in grado di fornire 500 mA a ognuna delle porte di uscita.

Quasi tutte le reti hanno di bisogno, per funzionare correttamente, di utilizzare resistenze di terminazione o terminatori. I terminatori vengono quindi utilizzati nelle reti Ethernet così come sulle linee ISDN e sui BUS SCSI. L'utilizzo dei terminatori è previsto anche per il BUS USB: tuttavia gli utenti non devono preoccuparsi di ciò, poiché i terminatori stessi sono integrati nelle periferiche e negli HUB. Il ruolo dei terminatori è quello di chiudere il circuito su entrambi i capi del cavo per impedire che il segnale si rifletta sul cavo stesso provocando interferenze con altri segnali trasmessi. La terminazione corretta dei cavi è particolarmente importante quando i dati vengono trasmessi ad alta velocità: in questo caso potrebbero generarsi dei disturbi non imputabili né al PC né alla periferica connessa. La diagnosi di malfunzionamenti dovuti a questi fenomeni è particolarmente difficile.

Gli HUB per USB possono essere utilizzati anche per scopi diversi da quello di trasmissioni dati. Un esempio tipico è rappresentato dalle chiavi di sicurezza, noti come *HardLock*, che vengono utilizzati dai produttori di software per impedire la produzione illegale dei loro prodotti. In linea di principio, questo modulo è una periferica USB che può essere inserita nel RootHUB o in qualsiasi porta USB. Il software che si vuole proteggere ricerca all'interno del BUS USB, il modulo stesso per ottenere una sorta di abilitazione all'esecuzione.

6. Concorrenti dell'interfaccia USB

Fra tutte le interfacce finora sviluppate, attualmente le concorrenti della USB sono principalmente la FireWire e la WLAN (Wireless Local Area Network).

6.1. Interfaccia FireWire

Lo standard IEEE - P1394, che Apple ha battezzato FireWire, può trasmettere dati fino ad una velocità di 100, 200 o 400 Mbit/s. Nonostante questa interfaccia sia già stata installata a suo tempo sui computer Macintosh meno recenti, l'hardware che sfrutta questo tipo di interfaccia non è molto diffuso ed è quindi particolarmente costoso, specialmente rispetto all'hardware USB. Questa interfaccia è particolarmente utilizzata in applicazioni come video e fotografia digitale, riproduzione dei segnali televisivi e, ultimamente, anche nella realizzazione di batterie di dischi fissi.

La FireWire supporta fino a 63 periferiche organizzate in una rete non ciclica (a differenza, per esempio, della catena SCSI). Permette una comunicazione "peer-to-peer" tra i dispositivi. Quindi, i vari dispositivi possono comunicare tra loro senza dover utilizzare il computer come arbitro. Per esempio, una videocamera digitale potrebbe riversare il filmato video su un hard disk esterno senza l'intervento del computer. Supporta il collegamento a caldo e la presenza di più Host tramite una gestione degli IP software. Quindi una connessione FireWire può essere utilizzata per creare una rete locale tra due computer quattro volte più veloce di una normale rete Ethernet a 100 Mbit/s. Il cavo FireWire supporta fino a 45 Watt ed è quindi in grado di alimentare la maggior parte dei dispositivi portatili (L'implementazione della Sony ha solo quattro pin e quindi non è provvista delle alimentazioni, i dispositivi vanno alimentati in modo indipendente).

La FireWire 400 specifica le velocità di trasferimento dati ai dispositivi di 100, 200, o 400 Mbit/s (attualmente 98.304, 196.608, o 393.216 Mbit/s, usualmente indicati come S100, S200, e S400). La lunghezza del cavo è limitata a 4.5 metri e fino a 16 cavi possono essere collegati tramite dei dispositivi che provvedono a rigenerare il segnale per arrivare a una lunghezza massima consentita dalle specifiche di 72 metri.

La FireWire 800 (nome dato da Apple alla versione a 9 pin dello standard IEEE 1394b) venne reso disponibile commercialmente da Apple nel 2003, questa evoluzione dello standard innalza la velocità della connessione a 786.432 Mbit/s e è retrocompatibile col connettore a 6 pin della FireWire 400.

Le specifiche complete dell'interfaccia IEEE 1394b prevedono anche una connessione ottica lunga fino a 100 metri con una velocità di trasferimento di 3.2 Gbit/s. La modalità di trasferimento S100 supportava cavi schermati di classe 5 lunghi fino a 100 metri. Le nuove specifiche 1394c estendono questa caratteristica anche alla comunicazione a S800. Lo standard originale 1394 e 1394a usa una codifica dei dati e del segnale di controllo che permette di generare il clock in modo molto economico (basta prendere i segnali e metterli in una XOR). La versione 1394b dello standard sopporta questa codifica per mantenere la retrocompatibilità ma aggiunge una nuova modalità di codifica più complessa, ma che consente di trasmettere il doppio dei dati. La nuova modalità di trasferimento rende la FireWire significativamente più veloce dello standard concorrente USB 2.0.

6.2. WLAN (Wireless Local Area Network)

Con l'acronimo WLAN (Wireless Local Area Network) si indicano genericamente tutte le reti locali di computer che non utilizzano dei collegamenti via cavo per connettere fra loro gli host della rete.

Le tipologie di rete wireless sono tre:

- PAN (Personal Area Network)
- WLAN (Wireless Local Area Network)
- WAN wireless

La rete PAN è composta da computer o dispositivi a portata ridotta; essa è chiamata Bluetooth. Questo tipo di reti permette, in pratica, di abolire i collegamenti fisici (cavi) e utilizzare questa tecnologia con grande vantaggio. Le LAN aziendali, invece, sono sempre più sostituite da reti wireless, con un grande vantaggio rispetto a costi e manutenzione soprattutto negli edifici più vecchi dove non esiste un impianto adatto ad ospitare, ad esempio, una rete Ethernet. La tecnologia WLAN più diffusa è quella basata su specifiche IEEE 802.11 (nota anche con il nome commerciale Wi-Fi). Ultimamente stanno prendendo piede, invece, le reti wireless a larga banda e a copertura estesa per le quali è stato sviluppato lo standard IEEE 802.16.

Le reti locali wireless possono utilizzare come mezzo di trasmissione le onde radio, la luce infrarossa o i sistemi laser. Le onde radio vengono utilizzate dalle reti tipo Wi-Fi cioè reti che devono coprire ambienti eterogenei dove le diverse postazioni da collegare non sono necessariamente visibili, infatti possono essere separate da muri o da intercapedini. Le reti basate su infrarosso vengono utilizzate per collegare dispositivi visibili direttamente, sono lente e spesso utilizzano dispositivi dedicati infatti sono in disuso sostituite quasi totalmente dai dispositivi Bluetooth. Le reti basate su Laser vengono utilizzate normalmente per collegare sottoreti costruite utilizzando altre tecnologie. Il Laser viene utilizzato per la sua elevata velocità di trasmissione. Un tipico esempio è il collegamento delle reti di due edifici vicini. Il Laser ha il problema di essere sensibile alle condizioni esterne e alle vibrazioni infatti anche queste tipologie di dispositivi sono considerati in disuso e quasi sempre sostituiti da collegamenti via onde radio. Questo standard è stato progettato con l'obiettivo primario di ottenere bassi consumi, un corto raggio di azione (da 10 a 100 metri) e un basso costo di produzione per i dispositivi compatibili. Lo standard doveva consentire il collegamento wireless tra periferiche come stampanti, tastiere, telefoni, microfoni, ecc, a computer o PDA o tra PDA e PDA.

I telefoni cellulari che integrano chip Bluetooth sono venduti in milioni di esemplari e sono abilitati a riconoscere e utilizzare periferiche Bluetooth in modo da svincolarsi dai cavi. La BMW è stata il primo produttore di autoveicoli a integrare tecnologia Bluetooth nelle sue

automobili in modo da consentire ai guidatori di rispondere al proprio telefono cellulare senza dover staccare le mani dal volante. Attualmente molti altri produttori di autoveicoli forniscono di serie o in opzione vivavoce Bluetooth, che integrati con l'autoradio dell'automobile permettono di utilizzare il cellulare mantenendo le mani sul volante e quindi aumentando la sicurezza della guida. In ogni modo, lo standard include anche comunicazioni a lunga distanza tra dispositivi per realizzare delle LAN wireless.

Ogni dispositivo Bluetooth è in grado di gestire simultaneamente la comunicazione con altri 7 dispositivi sebbene essendo un collegamento di tipo master-slave solo un dispositivo per volta può comunicare con il server. Questa rete minimale viene chiamata *piconet*. Le specifiche Bluetooth consentono di collegare due piconet in modo da espandere la rete. Dispositivi in grado di gestire due piconet e quindi in grado di fare da ponte tra le due reti dovrebbero apparire nei prossimi anni. Ogni dispositivo Bluetooth è configurabile per cercare costantemente altri dispositivi e per collegarsi a questi. Può essere impostata una password per motivi di sicurezza se lo si ritiene necessario.

Il protocollo Bluetooth lavora nelle frequenze libere di 2.45 GHz. Per ridurre le interferenze il protocollo divide la banda in 79 canali e provvede a commutare tra i vari canali 1600 volte al secondo. La versione 1.1 e 1.2 del Bluetooth gestisce velocità di trasferimento fino a 723.1 kbit/s. La versione 2.0 gestisce una modalità ad alta velocità che consente fino a 2.1 Mbit/s. Questa modalità però aumenta la potenza assorbita. La nuova versione utilizza segnali più brevi e quindi riesce a dimezzare la potenza richiesta rispetto al Bluetooth 1.2 (a parità di traffico inviato).

Bluetooth non è uno standard comparabile con il Wi-Fi dato che questo è un protocollo nato per fornire elevate velocità di trasmissione con un raggio maggiore, a costo di una maggior potenza dissipata e di un hardware molto più costoso. Infatti il Bluetooth crea una personal area network (PAN) mentre il Wi-Fi crea una local area network (LAN). Il Bluetooth può essere paragonato al bus USB mentre il Wi-Fi può essere paragonato allo standard Ethernet.

Conclusioni

Il BUS USB ha un futuro molto roseo. Per il momento non si prevedono modifiche al protocollo tali per cui le periferiche attuali debbano essere sostituite con periferiche più recenti. Inoltre, la tecnologia USB è stata integrata in modo massiccio nei sistemi operativi più diffusi, in modo da indurre i produttori di hardware al lancio sul mercato di periferiche USB sempre più convenienti.