

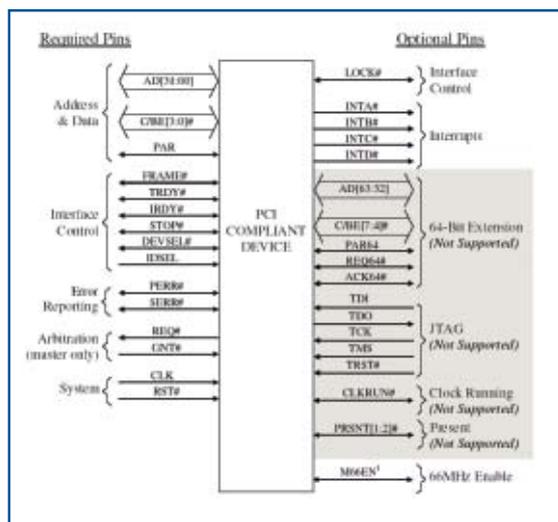
J1

| Pin | Fila A | Fila B |
|-----|---------|----------|
| 1 | IOCHK* | GND |
| 2 | SD7 | RESET |
| 3 | SD6 | +5 V |
| 4 | SD5 | IRQ9 |
| 5 | SD4 | -5 V |
| 6 | SD3 | DRQ2 |
| 7 | SD2 | -12 V |
| 8 | SD1 | SRDY* |
| 9 | SD0 | +12 V |
| 10 | IOCHRDY | Chiave |
| 11 | AEN | SMEMW* |
| 12 | SA19 | SMEMR* |
| 13 | SA18 | IOW* |
| 14 | SA17 | IOR* |
| 15 | SA16 | DACK3* |
| 16 | SA15 | DRQ3 |
| 17 | SA14 | DACK1* |
| 18 | SA13 | DRQ1 |
| 19 | SA12 | REFRESH* |
| 20 | SA11 | BCLK |
| 21 | SA10 | IRQ7 |
| 22 | SA9 | IRQ6 |
| 23 | SA8 | IRQ5 |
| 24 | SA7 | IRQ4 |
| 25 | SA6 | IRQ3 |
| 26 | SA5 | DACK2* |
| 27 | SA4 | TC |
| 28 | SA3 | BALE |
| 29 | SA2 | +5 V |
| 30 | SA1 | OSC |
| 31 | SA0 | GND |
| 32 | GND | GND |

Tab. 1 - I segnali del bus ISA, il connettore J1

risale al 1992, sotto forma di specifica Ieee P996.1 (Standard for Compact Embedded PC-Modules), che si appoggiava alla specifica P996 relativa ai bus dei PC/AT successivamente abbandonata da Ieee. Questa tecnologia deve il suo nome ai 104 terminali dei connettori che realizzano l'interfaccia al bus (64 per la versione a 8 bit e altri 40 su un connettore separato per l'espansione a 16 bit). Per quanto si tratti di un'architettura sempre meno usata (e da tempo scomparsa dal mondo scintillante dei PC desktop), non è raro incontrare sistemi industriali ancora basati su bus ISA, specie considerando il fatto che per molte applicazioni in ambito di fabbrica non è necessaria un'interfaccia grafica evoluta e che la potenza di calcolo offerta da una CPU di classe 386 si rivela più che adeguata a gestire la maggior parte dei carichi di lavoro. La possibilità di utilizzare un sistema operativo come Linux (specie nelle sue versioni embedded e real-time), le cui componenti possono essere 'ritagliate' a misura di applicazione permette poi di tenere bassi i requisiti minimi di sistema, portando a sistemi che limitano i consumi e i costi di realizzazione. Non è comunque infrequente vedere altri sistemi operativi di case blasonate (come QNX, VxWorks e WinXPE) sui sistemi PC/104. Per consentire l'impiego di processori più potenti e di interfacciarsi con periferiche ad altre prestazioni, lo standard si è evoluto seguendo le tracce delle techno-

logie di interfacciamento delle schede di espansione nei normali PC. Con l'assorbimento dell'architettura PCI, nel 1997 nasce lo standard PC/104 Plus. Si tratta in realtà di un'espansione del precedente concetto in quanto mantiene l'architettura ISA, cui va affiancata sulla stessa scheda un'interfaccia PCI a 32 bit e a 33 MHz. Il prezzo da pagare è chiaramente la perdita di spazio disponibile per la presenza di altro hardware di controllo e di un ulteriore connettore (J3). Per far fronte anche a questo problema è stata definita una specifica che consente l'impiego di schede con fattore di forma EBX (146x203 mm) sulle quali è possibi-



Uno dei punti di forza dello standard PC/104 e delle sue varianti risiede nella possibilità di impilare le schede una sull'altra in modo da ottenere un sistema compatto e robusto adatto alle applicazioni embedded

le integrare tutte le componenti di un elaboratore completo, inclusa un'interfaccia PC/104-Plus per impilare moduli aggiuntivi. Successivamente Ampro ha introdotto una nuova piattaforma, Encore, ancora basata sul formato e sui connettori PCI impilabili dello standard PC/104 Plus, che si presta alla realizzazione di computer su scheda singola (SBC) in tecnologia PowerPC e MIPS, oltre che Intel. Con il termine PCI-104, infine, si è soliti denotare i prodotti della famiglia PC/104 che hanno abbandonato il supporto al bus ISA e riportano solo il connettore a 120 terminali per il bus PCI. Le schede PCI-104 possono sfruttare lo spazio lasciato libero dai connettori ISA per aggiungere ulteriori funzionalità integrate.

I bus ISA e PCI

Lo standard PC/104 sfrutta bus ISA a 8 e 16 bit i cui segnali vengono convogliati da un modulo all'altro per mezzo di connettori maschio-femmina a tenuta che sostituiscono i connettori a pettine delle schede di espansione nei PC desktop. La versione con bus a 8 bit dispone di un connettore da 64 contatti; quella con bus a 16 bit aggiunge un secondo connettore da 40 contatti. Le funzioni e la numerazione dei

segnali del bus ISA sono le stesse in entrambi gli standard; PC/104 prevede però un assorbimento di corrente di soli 4 mA rispetto ai 24 mA dei componenti per PC. Ciò permette di ridurre i consumi, ma anche le dimensioni e i costi complessivi del sistema embedded il cui bus si può interfacciare direttamente con i circuiti Asic senza che siano necessari amplificatori per i circuiti di pilotaggio. Il mercato PC già nel 1992 aveva visto l'introduzione del bus PCI (Peripheral Component Interconnect) che prometteva velocità di trasferimento di 33 MB/s (ora salite a 133 MB/s), l'indipendenza dal tipo di processore (grazie a un bridge che separa il sottosistema CPU- cache - memoria dal bus di

espansione vero e proprio) e funzioni di autoconfigurazione. Per sfruttare il nuovo hardware immesso sul mercato, nel 1997 è stato introdotto lo standard PC/104 Plus, che ha aggiunto analogo connettore da 120 pin che riporta inalterati i segnali del bus PCI a 32 bit. I moduli PC/104 Plus condividono lo stesso fattore di forma dei loro precursori, e da ciò consegue che l'area utile disponibile risulta ridotta dall'occupazione di connettore e circuiti di controllo del bus

PCI. L'accesso al bus a 32 bit apre però la strada a processori più potenti, di classe Pentium e a System-On-Chip che integrano al proprio interno la maggior parte delle funzioni di un sistema di elaborazione. Il connettore ad alta densità è stato sviluppato appositamente da Ampro e dalla stessa azienda che aveva ideato i connettori passanti per il bus ISA, Samtec. Dispone di una apposita guida per allineare le parti maschio e femmina di schede adiacenti e protegge i sottili pin all'interno. E' possibile connettere tra loro, attraverso il bus PCI, fino a cinque moduli PC104/Plus, compresa la CPU principale.

In una tradizionale architettura PC, ogni scheda ha un proprio slot di espansione che la identifica e alla quale vengono inviati i segnali corrispondenti. Nel caso dei sistemi PC/104, i connettori passanti non permettono al sistema su cui risiede la CPU principale di identificare le schede. Il meccanismo suggerito dal PC104 Consortium consiste nell'utilizzare dei multiplexer in associazione a un commutatore rotativo per selezionare gli interrupt corrispondenti a

Alimentazione dei moduli PC/104 e PC/104 Plus

| Tensione | Tolleranza | Corrente (max) | Potenza (max) |
|----------|------------|----------------|---------------|
| +12 V | ± 0,6 V | 1,0 A | 12,6 W |
| -12 V | ± 0,6 V | 0,3 A | 3,78 W |
| +5 V | ± 0,25 V | 2,0 A | 10,5 W |
| -5 V | ± 0,25 V | 0,2 A | 1,05 W |
| +3,3 V | ± 0,3 V | 3 A | 10,8 W |

Tab. 3 - Livelli di alimentazione nei moduli PC/104

una determinata scheda. L'utilizzatore deve solo impostare il valore del selettore alla posizione nella pila di schede e trattare quella scheda come se fosse inserita in uno slot numerato di un sistema PC.

Fattori di forma e robustezza

Nel caso dei prodotti della famiglia PC/104 la compattezza è una delle caratteristiche che si fa subito notare: le schede hanno una dimensione di soli 91 x 96 mm (3,6" x 3,8") e non richiedono un backplane separato. I connettori che trasportano i segnali del bus di comunicazione sono disponibili nella versione 'stack-through', che rende possibile impilare le schede di espansione sul modulo che ospita l'unità di elaborazione principale. Questo non solo ha il vantaggio di minimizzare l'ingombro del sistema, ma riduce anche in maniera considerevole i costi, dato che non è necessario (pur rimanendo possibile) utilizzare cestelli o guide. Le schede sono fissate ai quattro angoli, con una luce tra scheda e scheda di 15 mm (0,6"). Considerata la ridotta deformabilità meccanica di un supporto corto di forma pressoché quadrata, un sistema PC/104 gode nel suo complesso una stabilità meccanica che lo rende particolarmente resistente ad urti e vibrazioni: è possibile resistere ad urti di 50 G e a vibrazioni di quasi 12 G rms nella banda 100-1.000 Hz. I connettori passanti garantiscono inoltre una eccellente reiezione ai disturbi di natura elettrica. Le versioni PC/104 Plus e PCI-104 che ospitano anche o solo il bus PCI condividono il medesimo fattore di forma; le schede che non contengono i connettori J1 e J2 del bus ISA ospitano solo i compatti connettori con passo da 2 mm di 4 x 30 contatti per il bus PCI, che permettono di limitare ulteriormente l'ingombro trasversale di un sistema multischeda. Lo spazio tra le schede consente il passaggio di aria per convenzione, con temperature di funzionamento nominali che sono comprese tra 0 e 70 °C che possono essere estese all'intervallo -40 + 85 °C. Nel complesso si tratta di una piattaforma adatta all'impiego in sistemi mobili, portatili e in grado di sottostare anche a severi standard militari.

I valori massimi di tensione e corrente ammissibili per un modulo PC/104 Plus sono riportati in tabella 1. Si osservi come, sommando le potenze dissipate sulle varie linee di tensione, si arriverebbe ad avere una potenza massima di quasi 39 W, un valore che difficilmente sarebbe accettabile in un sistema reale. I vincoli sulla potenza assorbita e sul calore dissipato fanno sì che in genere i moduli PC/104 assorbano potenze ben inferiori a tale limite. ■

J2

| Pin | Fila C | Fila D |
|-----|--------|----------|
| 0 | GND | GND |
| 1 | SBHE* | MEMCS16* |
| 2 | LA23 | IOCS16* |
| 3 | LA22 | IRQ10 |
| 4 | LA21 | IRQ11 |
| 5 | LA20 | IRQ12 |
| 6 | LA19 | IRQ15 |
| 7 | LA18 | IRQ14 |
| 8 | LA17 | DACK0* |
| 9 | MEMR* | DRQ0 |
| 10 | MEMW* | DACK5* |
| 11 | SD8 | DRQ5 |
| 12 | SD9 | DACK6* |
| 13 | SD10 | DRQ6 |
| 14 | SD11 | DACK7* |
| 15 | SD12 | DRQ7 |
| 16 | SD13 | +5V |
| 17 | SD14 | MASTER* |
| 18 | SD15 | GND |
| 19 | Chiave | GND |

Tab. 2 - I segnali del bus ISA, il connettore J2