

# Chi sale a bordo? le architetture degli apparati

di Gianni Becattini > g.becattini@aep-italia.it

■ *Dal diario di un progettista: l'evoluzione delle architetture e l'intreccio con quegli apparati con i quali tanto ci piace accrescere più o meno utilmente il peso dei mezzi destinati al trasporto pubblico.*

È divertente osservare, aiutati anche dal famoso senno del poi, come la storia della tecnologia in generale e dell'informatica in particolare sia infarcita di esempi clamorosi di stupidità assoluta, che hanno ridotto aziende stelle di prima grandezza all'ignominia delle stalle, quando non addirittura all'estinzione.

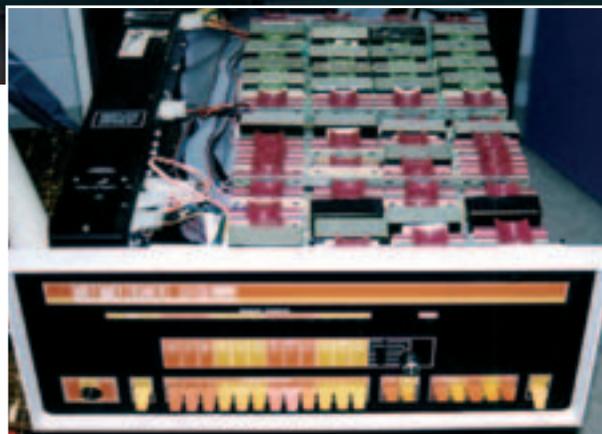
Al proposito, suggerisco la lettura del libro "Alla ricerca della stupidità - 20 anni di disastri hi-tech" di Merrill R. Chapman, ed. Mondadori, ove sono raccolti e descritti un bel po' di questi esempi. A coloro che vi hanno partecipato, farà piacere ripercorre la storia di quella grandiosa, e per certi versi tremenda, rivoluzione che ci ha portato ad avere nella valigetta dei piccoli mostri di potenza silicea che, dopo avere sconfitto e domato la maggior parte di problematiche applicative "serie", possono ormai scontrarsi con qualche soddisfazione solo con videogiochi 3D di ultima generazione.

Ripercorriamo assieme rapidamente queste tappe e vedremo poi come tutto ciò finisca per intrecciarsi con le architetture di quegli apparati con i quali tanto ci piace accrescere più o meno utilmente il peso dei mezzi destinati al trasporto pubblico.

## Preistoria

Ho udito per la prima volta la parola "microprocessore" nel lontano 1974. All'epoca, da studente, lavoravo per una rivista di elettronica e, assieme ad un compagno di studi, avevamo deciso di costruirci in casa un computer, cosa che oggi appare troppo semplice anche per un poppante ma che all'epoca, dovendo partire più o meno dal singolo transistor, era paragonabile a costruire uno shuttle iniziando da uno scaldabagno.

Un collaboratore senior della rivista, l'ing. Gian Vittorio Pallottino, studioso di livello internazionale, in una carrozza del treno



Digital Equipment  
PDP-8

Bologna-Firenze, con fare da cospiratore, mi mostrò una rivista americana e pronunciò sottovoce quella magica parola che avrebbe poi mutato il corso della mia vita: microprocessor (non era stata ancora italianizzata).

Fino ad allora il mondo dell'elettronica/informatica era dominato dai vari brontosauri Digital Equipment (DEC), Data General, IBM "prima maniera" ecc. Solo l'anno prima la DEC aveva stupito il mondo con il primo minicomputer della serie PDP-8 che aveva sfondato in discesa la barriera dei 10.000 dollari (vedi foto; ne ho uno in ufficio come cimelio). Ogni tanto, quando capita un visitatore che si abbandona a commosse

esclamazioni, capisco di trovarmi davanti ad un veterano...).

Questo capolavoro di elettronica pesa una ventina di chili, consuma come una stufa ed offre una memoria a nuclei di ferrite di ben 4K word (12 bit). Di dischi neanche a parlarne; erano un lusso per pochi e ci arrangiavamo con nastri perforati. Avendo avuto a disposizione i 5.000 dollari richiesti per aggiungere altri 4K si poteva però usare un sistema operativo multiutente capace di far funzionare simultaneamente vari terminali. Altri tempi...

Quelli che non potevano permettersi queste spese si arrangiavano con la logica cablata: un numero più o meno grande di

circuiti integrati non programmabili, connessi assieme per eseguire compiti fissi e ripetitivi. Il software era roba da ricchi.

Il microprocessore, un intero computer in un solo chip, arriva come un ciclone e in pochi anni stravolge lo scenario.

I primi esemplari erano assai costosi; se non fosse stato per l'aiuto del rappresentante italiano della Intel che mi fece avere gratuitamente uno dei primi 8080 arrivati in Italia, mai e poi mai avrei potuto permettermi di comprarlo ai 360 dollari che venivano richiesti.

Ma in produzione la musica cambiava e potevi averli per pochi dollari, che si sarebbero ridotti ad uno nel giro di qualche anno. Si possono ora surrogare le funzioni del PDP-8 precedentemente citato con un pugno di biglietti verdi. La logica cablata scompare: inutile costruire un circuito "rigido" se con un microprocessore, grazie al software, puoi renderlo flessibile quanto vuoi. Se sbagli qualcosa, aggiorni il programma e non butti via niente. E può iniziare la corsa alla complessità delle funzioni...

Dalle lavatrici alle... obliteratrici, il microprocessore inizia a penetrare ogni apparato elettronico e la corsa non si arresta nemmeno oggi, che lo inseriamo pure dentro le zanzariere.

## Storia

Più o meno contemporaneamente, ossia verso il 1974/75, tutti quelli che come il sottoscritto erano alla ricerca di soluzioni per costruire un computer non credono ai propri occhi e si trovano la pappa scodellata (si fa per dire). Spuntano così come funghi migliaia di aziende che danno inizio all'introduzione di strumenti per l'informatica personale.

I brontosauri prima citati assumono un atteggiamento distaccato: sono ragazzi, lasciamoli fare, si stancheranno... e poi noi abbiamo il software.



Ma i pigmei sono numerosi e combattivi più del previsto. Un certo sig. Steve Jobs, ad esempio, si inventa un computer e lo chiama Mela (Apple) e con esso mena botte da orbi. I brontosauri cominciano a subire perdite rilevanti.

Ma c'è un'azienda in particolare che dà vita ad un mostro che porterà anche il suo stesso creatore, se non alla catastrofe, certo ad un notevole ridimensionamento. Nei primi anni 80 nasce il PC-IBM. In

pochi anni, ed in particolare dalla introduzione di Microsoft Windows, il panorama dell'informatica risulta completamente stravolto.

## Arriviamo al dunque

Nell'ottica di un progettista industriale questo cataclisma aggiunge una importante alternativa alla progettazione di logiche dedicate ad applicazioni specifiche. Il PC può costituire un importante "mattoncino" su cui costruire sistemi di una certa complessità. Parte del lavoro è già fatto: perché non utilizzarlo come motore nella progettazione di un sistema complesso, come ad esempio per realizzare gli apparati a bordo autobus?

La tentazione è forte, ma quali sono le contropartite? E' una scelta opportuna? Per evitarvi di saltare all'ultimo paragrafo per cercare la risposta, anticipo subito che ...una risposta non c'è. Un progetto è come una aeroplano: vola solo grazie ad una serie di compromessi e sta alla capacità del progettista decidere quell'equilibrato mix di soluzioni che portano la propria creatura al successo, almeno dal punto di vista tecnico (i commerciali possono sempre, comunque, fare il possibile per affondarlo...).

## Le architetture possibili

Le principali architetture di base alternative alla progettazione di una elettronica dedicata basata su microcontrollore (un microprocessore orientato al controllo) sono oggi le seguenti:

- **utilizzo di un PC tradizionale (office/home);**
- **utilizzo di un PC industriale, in particolare PC-104;**
- **utilizzo di una circuiteria PC, o meglio di palmare, incorporata in una elettronica dedicata.**

Ci soffermeremo in seguito su ciascuna di esse.

## Il sistema operativo

Dobbiamo anticipare che nessuna delle architetture suddette ha un senso in assenza di un adeguato sistema operativo, soprattutto perché l'estrema complessità circuitale di queste soluzioni non consente una ragionevole gestione dell'hardware in assenza di esso. I sistemi operativi più comunemente impiegati congiuntamente ad hardware PC sono i seguenti:

- **MS-DOS** o vari cloni nati nel corso degli anni. Non così anacronistico come potrebbe sembrare ma assolutamente non "politically correct";
- **Microsoft Windows;**
- **Microsoft Windows CE** (oggi "Mobile"), versione di Windows dedicata a sistemi portatili. Essendo stato pensato per i palmari, ha il grande pregio di non richiedere necessariamente processori derivati dalla famiglia 86, come ad esempio gli ARM ed altri RISC;
- **Linux**, gratuito ed indipendente dalla piattaforma hardware. Gira pressoché ovunque.
- **ucLinux**, versione ridotta di Linux per microcontrollori, assai più snella.

Nessuno di questi sistemi operativi è semplice e



questo costituisce la prima spina di questa rosa. Più cose ci sono, più possono essere i problemi. Se, tutto sommato, un crash occasionale è accettato dall'utente di computer, non sempre questo è compatibile con gli obiettivi di funzionamento di un apparato "mission critical". Basta pensare a quanti chioschi o pannelli informativi abbiamo visto con messaggi tipo "errore irreversibile dell'applicazione"....

## Le soluzioni

Entriamo nel dettaglio delle varie soluzioni.

### Soluzione 1

#### Utilizzo di un PC tradizionale

Se qualcuno vi propone di installare su di un autobus un PC tradizionale (home/office), ancorché riconfezionato in un contenitore più pregevole, non esistono molte soluzioni: cacciatelo senza pietà e cancellatelo dalla vostra rubrica telefonica.

Quando scriverò il libro "i miei primi mille errori nell'elettronica", dedicherò un intero capitolo all'argomento (è un errore di molti anni fa – dovrebbe avere un numero sotto il 200, mi sembra).

I perché dovrebbero essere evidenti anche ai non tecnici, ma ne voglio elencare alcuni:

- assoluta instabilità del mondo PC – è difficile avere due schede madri uguali a distanza di breve periodo; immaginiamo cosa accade a distanza di qualche anno, quando cambiano pure i bus (non gli autobus!) e le interfacce.
- inadeguatezza all'ambiente – i PC tradizionali sono progettati per lavorare in ufficio, al caldo in inverno e al fresco in estate;
- hard disk inadatti a sopportare le vibrazioni – la distanza operativa tra la testina e la superficie del disco è tale che una particella di fumo di sigaretta non ci passa; il contatto della testina con il disco è di solito distruttivo. Credo che basti.
- difficoltà omologative – ricordiamo che oggi è obbligatoria, in base alla normativa 95/54/CE, l'omologazione (e non la semplice dichiarazione di conformità) di qua-

### PC industriale

basato su scheda

PC-104



lunque apparato elettronico che si installi a bordo di un autobus. Chi si sente di affrontare l'omologazione di un'elettronica che il mese dopo potrebbe non essere più la stessa?

Non penso valga la pena di diffondersi ulteriormente su questo tema senza appello.

### Soluzione 2

#### Utilizzo di un PC industriale

Non è detto che i problemi suddetti sussistano necessariamente anche per i PC industriali, a patto però che siano... davvero industriali e non comuni PC in una scatola più bella. Esistono molti tipi di PC industriali, ma i preferiti sono di solito quelli su bus PC-104, prodotti da molti fornitori e modularmente abbastanza compatibili tra loro.

I produttori di moduli PC-104 offrono di solito una stabilità assai maggiore, anche se essa non può essere sostenuta più di tanto, in quanto le mutevoli esigenze del mondo PC portano talora alla cessazione della produzione di qualche componente essenziale, che i PC-104 necessariamente condividono con il mondo PC-home/office. Usare un PC industriale non basta; si deve anche impiegare un disco a stato solido. Oggi si fabbricano dischi in FLASH EPROM, ossia "a stato solido", di capacità più che sufficienti per la maggior parte delle applicazioni del tipo di cui ci stiamo occupando. Se proprio servono i Giga, si deve ricorrere a dischi speciali dotati di sistemi di ammortizzamento, molto professionali e molto costosi.

Un difetto di questa soluzione è che è ... troppo facile da realizzare. Generalmente alla "pappa scodellata" della CPU acquistata già pronta deve fare riscontro una adeguata circuiteria da progettare ad hoc. Quando non adeguatamente sostenuta da un buon know-how aziendale, questa strada permette di realizzare sistemi caserecci



apparentemente funzionanti ma destinati prima o poi a confluire con la dura realtà.



Una scheda PC-104 (Eurotech)

Un altro aspetto negativo è la pesantezza complessiva "hardware + software". Riprendendo il tema della stupidità, dal quale siamo partiti, direi che non ha molto senso piazzare un motore Ferrari in un telaio da bicicletta. I problemi che si pongono con la sua adozione possono essere maggiori di quelli che si intendevano risolvere. Molti apparati di bordo richiedono invece snellezza ed accorta essenzialità.

### Soluzione 3

#### Circuiteria PC incorporata

Al contrario della precedente, questa soluzione non è alla portata di tutti. Progettare un hardware PC richiede davvero molta conoscenza. I 400 MHz di un normale bus PC cadono nel campo delle onde ultracorte; lo stesso disegno delle piastre richiede quindi specialisti molto esperti.

Adeguatamente portata avanti, può costituire una buona soluzione, anche perché permette una migliore integrazione tra la parte CPU propriamente detta e le circuiterie di interfaccia specializzate per la specifica applicazione.

Oggi, per coloro che ne hanno le capacità,

si affacciano anche ulteriori possibilità, in particolare grazie ai chip destinati alla produzione dei palmari che offrono ottime prestazioni e che consentono di utilizzare Windows Mobile o Linux, oltre a risultare vantaggiosi dal punto di vista energetico.

## E quindi?

C'è sempre qualcuno che si spinge in paragoni più o meno sensati; uno che mi è sempre piaciuto molto è quello con la meccanica: se questa avesse percorso la stessa evoluzione dell'elettronica, oggi avremmo auto capaci di viaggiare alla velocità della luce, fare centomila chilometri con un litro di benzina e costare quanto un televisore. E' vero invece che molte moderne autovetture hanno delle prestazioni simili, o poco superiori, alle equivalenti vetture di qualche decennio fa, per il semplice motivo che non possiamo fare più a meno di ABS, ESP, vetri elettrici, condizionatore, spazio, air bag, chiusure centralizzate, navigatori, computer di bordo ecc.

I benefici della tecnologia, cioè, non si traducono sempre in vantaggi orientati ad una sola direzione ed i vantaggi attesi sono contenuti proprio a causa della stessa evoluzione tecnologica.

Il caso che ci interessa è molto simile. Il progresso dell'elettronica è stato grande, ma alla fine le prestazioni apparenti dei sistemi operativi sono rimaste quasi costanti: basta pensare al tempo di avviamento di un PC che non si è certo ridotto nel tempo.

I vantaggi di una esuberante capacità di calcolo sono spesso assorbiti dal continuo appesantimento del software. La maggior parte dei programmatori, confortata dalle crescenti prestazioni dell'hardware, si permette spesso sprechi di risorse impensabili pochi anni fa. Ricordiamo il sistema operativo del PDP-8, prima citato, che con 8K faceva funzionare una rete di terminali. Oggi una icona del desktop occupa più memoria.

Il PC costituisce un "building block" estremamente attraente, una sirena ammaliatrice che tenta il progettista: sono pronto, sono facile da programmare, ho grandi prestazioni ecc. A differenza delle sirene, molte delle promesse del PC possono essere mantenute, ma ciascuna di esse ha un prezzo; in particolare, molti dei benefici attesi si pagano con una grande "pesantezza".

Prendiamo ad esempio il software di una validatrice. Quando venti anni fa esso veniva realizzato in linguaggio assembler, poteva occupare qualche diecina di K. Passando a linguaggi ad alto livello, i K diventano qualche centinaio, tutti comunque ancora sotto il controllo del programmatore. Passando ad un sistema quale Linux o Window, i K si trasformano in Mega e ne serve qualche centinaio. Tutti questi infiniti strati di software non solo non sono più sotto il controllo del programmatore, che non li conosce nel dettaglio, ma sono ad esso addirittura del tutto ignoti nelle loro funzioni, con tutte le possibili conseguenze del caso.

E' forse opportuno, e non mi stanco di ripeterlo, mettere al primo posto il problema e tentare di risolverlo con animo pragmatico e di adattare quindi la soluzione al problema, non viceversa.

Se ciò che serve è una pinza per forare i biglietti, forse è meglio evitare di usare un Pentium a 2 GHz con 1024M di RAM ed un hard disk da 200 G, collegato in seriale ad un microcontrollore che comanda un elettromagnete. Ma se viceversa dobbiamo fare una

macchina dotata di interfaccia grafica a colori, comunicazione in rete wireless, capacità elaborativa, firewall ecc. è altrettanto meglio evitare di usare un microcontrollore con 512K di FLASH.

Nel determinare l'architettura di un sistema si deve cioè valutare attentamente l'obiettivo da raggiungere e utilizzare la soluzione PC in quei casi ove i suoi non piccoli handicap siano ripagati dall'ottenimento di caratteristiche non ottenibili per altra via.

Rientrano nella regola i computer di bordo: quando l'obiettivo è quello di realizzare un computer, non c'è niente di meglio che utilizzare, appunto, un computer. Diverso è il discorso per gli altri apparati, quelli le cui funzioni sono più specializzate ed orientate, tanto che sono davvero pochi i costruttori di un certo livello che adottano quel tipo di soluzione. E' vero che la scelta PC semplifica molto, almeno in apparenza, il compito del progettista, in quanto non è costretto a cimentarsi in parti complesse del progetto, ma rimane sempre una soluzione di ripiego o adatta a piccole serie nei confronti della strada maestra del progettare in maniera completa la soluzione ottimale.

**La tabella seguente tenta di sintetizzare benefici e inconvenienti dell'impiego dell'architettura PC.**

Benefici	Inconvenienti
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande potenza di calcolo</li> <li>• Grande capacità di archiviazione</li> <li>• Sistema operativo evoluto con tutte le relative implicazioni</li> <li>• Molteplici tool di programmazione</li> <li>• Facilità di scrivere applicazioni (lato gestionale)</li> <li>• Evoluzione "automatica"; basta aspettare ed escono nuovi moduli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluzione rigida e pesante, richiede inoltre integrazione con elettronica separata</li> <li>• Difficoltà di scrivere applicazioni real time in ambiente di memoria virtuale/protetta (lato hardware)</li> <li>• Lentezza avviamento</li> <li>• Consumo elevato, difficoltà gestione energia</li> <li>• Molteplicità di strati software possono rendere molto difficoltosa l'identificazione di problemi</li> <li>• Impossibilità di sfruttare la modularità per cause di omologazione (non è possibile aggiungere un modulo se l'omologazione non è avvenuta con esso)</li> </ul>



## Conclusioni

Una vecchia barzelletta finiva per concludere che gli ingegneri si riconoscono facilmente in quanto sanno dare moltissime informazioni ma non danno alla fine risposte conclusive. Anche io non faccio eccezione, e, come dicevo, non esprimo qui un parere conclusivo. Spero però di avere dato informazioni utili a che ciascuno possa trarre poi le sue conclusioni personali. Resto a disposizione tramite mail.

## Autore

### Gianni Becattini

è uno dei pionieri dell'informatica italiana. Nel 1975 progetta uno dei primi personal computer italiani e fonda la General Processor, i cui prodotti sono oggi esposti al Museo dell'Informatica di Pisa. Titolare di uno studio di consulenza e progettazione, ha operato in numerosi settori dell'automazione industriale. Dal 1999 dirige AEP, di cui oggi è Amministratore Delegato, uno dei principali operatori italiani nel settore del pagamento elettronico dei servizi di Trasporto Pubblico Locale ( [www.aep-italia.it](http://www.aep-italia.it) ).