

# CO elettronica

SETTEMBRE 2005 - EURO 4,50

## RadioAmatori Hobbistica CB

ISSN 0007-8948



9 770007 894001

- . Batteria alta capacità FNB-80LI (litio 1400 mAh)
- . 1000 memorie di canale
- . Ricezione banda AM aeronautica (108-137 MHz)
- . Ricevitore da 0,5 a 999 MHz
- . CTCC e DCS encoder/decoder
- . Alimentazione esterna 6-16Vcc
- . Ridotte dimensioni: solo 58x89x28,5 mm; peso: 270 gr.
- . Potenza: 5 watt (2,5/1/0,3 W)
- . Resistente immersione nell'acqua fino ad 1 m per 30 min. (norme IPX-7)

**144/430 MHz  
FM duobanda**  
Resistente immersione  
nell'acqua

Ricetrasmittitore portatile duobanda 144/430 MHz FM

# VX-6E

**YAESU**  
Choice of the World's top DX'ers



I prodotti YAESU sono distribuiti da ICAL S.p.a. Milano - Tel. 02380761 - Fax 0238003525 www.ical.it e-mail: info@yaesu.it



# Retrospektiva sui microprocessori per PC

Breve guida archeologica alla conoscenza  
dei "vecchi" microprocessori per PC

# N

ella vita a volte accadono cose strane... Questo articolo alcuni anni or sono sarebbe stato visto come una panoramica sull'evoluzione dei processori per PC. Oggi lo possiamo annoverare fra le retrospettive... forse parlare di archeologia informatica è un po' esagerato, ma chi frequenta le nostre fiere sa bene quale sia la sorte dei 486 e dei Pentium... E quindi provate ad immaginare i processori precedenti come siano ormai "impolverati".

Oggi nessuno (o quasi) fa a meno di un PC, sia esso portatile o fisso. Io stesso sto stendendo queste note su un "vecchio" portatile con processore Celeron... Questo processore è di qualche anno luce più recente dei suoi antenati descritti di seguito, ma al tempo stesso è stato superato da molti altri processori più recenti e più performanti...

Spesso utilizziamo il PC per configurare le memorie del nostro ultimo

di Paolo Lasagna, IW2NMX

modello di ricetrasmittitore, lo usiamo per fare APRS, per il log di stazione, per mettere su DVD le riprese fatte con la videocamera, per giocare, ... insomma, chi più ne ha più ne faccia!

Vista la prepotenza con cui il PC è entrato nella nostra vita, considerate le valanghe di dollari che quel tale Bill sta accumulando grazie alla nostra voracità di software sempre nuovo che richiede hardware sempre più potente ... ritengo sia interessante una retrospettiva per acquisire un po' di storia e quel minimo di conoscenze che ci consentano di fare un acquisto in fiera di una macchina "vecchiotta" ma ancora in grado di gestire, magari, Digined.

Il sistema, a mio parere, migliore per addentrarci nell'argomento consiste in un esame comparato di ciò che la tecnologia (e non il mercato!) ci ha offerto.

Consentitemi di trattare soltanto la famiglia dei microprocessori Intel e

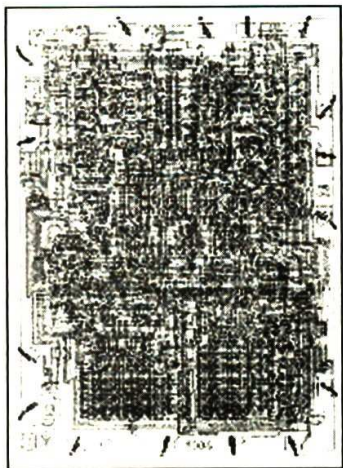
delle relative versioni compatibili, tralasciando volutamente la marea di processori che equipaggiano macchine concorrenti o alternative ai PC propriamente detti.

Quanto state per leggere, naturalmente, si presta ad un ulteriore precoce invecchiamento.

Tenete, infatti, presente che il trend dei microprocessori introduce un raddoppio della potenza approssimativamente ogni circa 18 mesi (andamento noto come legge di Moore). Le menti più matematiche individuano in questa mia affermazione una curva di tipo parabolico.

Nella trattazione che segue mi adeguerò allo standard di fatto relativo alla dizione: il microprocessore siglato 80486 verrà amichevolmente definito soltanto 486, tralasciando il prefisso 80, comune a quasi tutta la famiglia, mentre le 3 cifre che costituiscono la sigla abbreviata, vengono lette come numeri separati, ovvero letteralmente QUATTRO OTTO SEI, mentre il microprocessore 8086 viene letto come OTTANTA OTTANTASEI. Come vedete non esiste una regola comune...

Potremmo archeologicamente partire dal 4004, passando per il 8008,



*Interno del processore 4004*

per l'8080, e così via fino al Pentium oppure anche al Pentium Pro (qualcuno se lo ricorda???)

Saltando a piè pari qualche era geologica raccontiamo qualcosa sui modelli 8086 e 8088.

Parlare di 8088 e del primo modello del PC IBM è, praticamente, la stessa cosa.

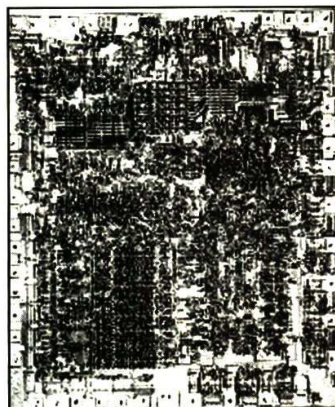
Storicamente dobbiamo tornare al lontano 1980.

Sia l'8086 sia l'8088 lavorano internamente a 16 bit. La maggior differenza consiste nel modo di colloquiare con il mondo esterno: infatti mentre l'8088 scambia dati su un bus a 8 bit, l'8086 scambia dati su un bus a 16 bit.

Bella storia, direte voi. Perché allora alla IBM hanno sviluppato il PC con un micro a 8 bit anziché a 16 bit?

I motivi sono stati sicuramente tantissimi. Varie strategie commerciali dell'epoca, possibilità di utilizzo di componentistica e schede a 8 bit, scarsa fiducia sull'effettivo futuro di una delle scommesse forse più azzardate della recente storia dell'elettronica di consumo. Per quell'epoca i due processori facevano cose grandiose, lavoravano a 4,77 MHz, sapevano, tuttavia, fare una sola cosa alla volta (ma allora nessuno si lamentava di questo attuale insuperabile problema). Uno degli svantaggi che subito venne alla luce era costituito dalla necessità di unire sia all'8088 sia all'8086 tutta una serie di chip per una miriade di funzioni ausiliarie.

Rapidamente accenniamo a due processori "equivalenti", appartenenti alla scuderia della NEC: il V20 ed il V30, due compatibili ai summenzionati Intel, che ottimizzavano, in parte, il microcodice del processore ottenendo un miglioramento delle prestazioni allora stimato attorno al 15÷20%.



*Interno del processore 8086*

I mesi passavano. Rapidamente comparvero sulla scena l'186 e l'188. Nessun informatico di base ne ha mai sentito parlare, anche perché nessun PC ne ha mai montati.

Analogamente ai predecessori, lavorano internamente a 16 bit, ma solo uno dei due era in grado di connettersi con il mondo esterno a 16 bit, mentre l'altro "parlava" soltanto a 8 bit.

Il 286, comparso sulla scena dell'informatica di consumo attorno alla metà degli anni 80 rappresentò un vero salto di qualità, convincendo IBM ad adottarlo per l'altrettanto famoso PC AT.

Finalmente era possibile gestire fino a 16 MB di memoria, sia essa fisica sia essa virtuale, ma il vero "plus" era costituito dalla possibilità hardware di gestire il multitasking, senza crash del sistema quando uno dei task diveniva instabile (notate che ho parlato di possibilità hardware. Se poi il sistema operativo non è in grado di sfruttare la possibilità, il discorso cambia drammaticamente...).

Infine la frequenza di clock era sensibilmente aumentata: i primi 286 lavoravano a 8 MHz, ma non era raro vederne alcune versioni particolarmente selezionate che lavoravano



anche a 20 MHz (oltre 4 volte più veloci dei processori precedenti !!!). Molti ricorderanno poi che il 286 poteva lavorare in modalità reale, emulando alla perfezione l'8086 ed il suo funzionamento in DOS, oppure lavorare in modalità protetta gestendo la memoria virtuale ed un vero e proprio multitasking (Nota: quando si parla di modalità protetta si intende la gestione di più applicazioni contemporanee, facendo vedere per brevi istanti la CPU ad ogni applicazione, e gestendo le risorse in modo tale che il malfunzionamento di un'applicazione non vada ad influenzare il regolare svolgimento delle altre applicazioni).

A questo punto consentitemi di andare contro corrente facendo una riflessione a voce alta.

Anagraficamente il 286 è nato nel 1982, anche se il grande pubblico lo ha conosciuto soltanto attorno alla metà degli anni 80. Le potenzialità del 286 erano enormi, tuttavia si è continuato ad utilizzarlo come se fosse poco più che un 8086 veloce, invocando, già allora, la vecchissima storia della compatibilità con il passato.

Riflettete! E' un po' come se vi fornissero una bellissima autovettura, potentissima, economicissima, al top della sicurezza, con un motore favoloso e, allo stesso tempo con i pedali, e vi dicessero: "Porta pazienza! L'automobile c'è, quando inventeremo la benzina potrai smettere di pedalare ...".

Informaticamente parlando è successa una cosa molto simile. Gli utenti dei PC hanno dovuto attendere Settembre 1995 per poter far girare contemporaneamente i quattro quadretti colorati e svolazzanti (ricordate le prime pubblicità di Windows95?).

Lamentazioni a parte, siamo ormai giunti al fatidico 386 in tutte le sue

varianti. Personalmente ritengo che il 386, pur essendo un ottimo processore, abbia riscosso meno fortuna sia del suo predecessore, sia del suo successore.

Potenza delle leggi di mercato!

Come è facile intuire anche il 386 garantisce la compatibilità con tutto quanto è esistito prima, consente la modalità protetta (migliorata) e, udite udite, consentiva di indirizzare fino a 4 GB di memoria, oltre a qualche quintalata di memoria virtuale. Il 386 consente ora di gestire anche programmi DOS in multitasking (ovvero in modalità protetta). Il 386 è stato il primo processore (di questa famiglia!) ad avere della memoria cache "on-board" per velocizzare le operazioni di elaborazione. Infatti nel 386 troviamo un'area di memoria veloce dedicata al caricamento del codice della prossima istruzione da eseguire. Così facendo si va ad ottimizzare il funzionamento della CPU, riducendo i tempi morti dedicati appunto al caricamento delle istruzioni da eseguire.

Il 386, dopo il lancio del 386SX, venne ribattezzato 386DX.

Al solito la differenza tra le versioni consiste nella possibilità di scambiare dati con il mondo esterno a 16 bit (SX) oppure a 32 bit (DX).

I primi 386 lavoravano attorno ai 16 MHz, anche se parlando di 386DX era normale parlare di 33 MHz. Non vanno trascurati tuttavia alcuni produttori concorrenti di Intel che hanno prodotto chip in grado di lavorare fino a 50 MHz.

Il lancio del 386 ha visto l'affermazione dei PC trasportabili e dei primi (e costosissimi) PC portatili.

Sia Intel, sia i produttori di motherboard hanno quindi sentito la necessità di avere processori con un minor consumo di energia, ed una conseguente maggior durata delle batterie (all'epoca erano rigorosamente al

NiCd. Ora vengono impiegate tranquillamente NiMH e ioni litio).

Ecco apparire il 386SL, perfettamente compatibile con il 386DX, ma funzionante a soli 3 Volt. In aggiunta la versione SL consente di mettere il processore in stand-by quando non richiesto, contribuendo a ridurre ulteriormente i consumi, ed adeguandosi, conseguentemente, alle direttive E.P.A. Energy Star (Environmental Protection Agency).

Per concludere la carrellata sui 386 parliamo di un ibrido, sviluppato, se non erro, proprio da IBM. Si tratta del 386SLC, un 386SX compatibile, a basso consumo (come il 386SL), ma con ben 8 KB di cache (qualcosa di simile ai 486) e soprattutto compatibile con il set di istruzioni del 486SX.

Grave pecca del 386 è costituita dalla mancanza di coprocessore matematico, ovvero di un microprocessore di supporto particolarmente specializzato nell'esecuzione delle operazioni matematiche, specie di quelle in virgola mobile.

A tale carenza è possibile sopperire installando nell'apposito zoccolo il coprocessore, meglio noto come 387 (Ah, quasi dimenticavo, anche il 286, quando erano richieste elaborazioni matematiche molto pesanti e precise, necessitava del coprocessore matematico esterno 287).

Prima di passare al 486, vorrei soffermarmi qualche istante sul concetto di coprocessore matematico. Va subito detto che un qualunque microprocessore, anche senza coprocessore matematico, è in grado di svolgere operazioni matematiche senza problemi. Analogamente, va precisato che qualunque operazione venga svolta da un PC comporta una notevole mole di calcolo: l'articolo che state leggendo, pur essendo costituito da una serie di lettere e di



spazi, viene codificato come sequenza di bit sui quali vengono effettuate una marea di operazioni (provate ad immaginare quanto sia complessa e computazionalmente onerosa l'operazione di inserire una riga all'interno di una pagina di testo già scritta ...).

Capirete, quindi, che la presenza di un coprocessore matematico era utile a tutti, anche agli amici letterati che utilizzano solo il CD-ROM della letteratura greca.

Per funzionare correttamente il coprocessore matematico deve essere compatibile con il microprocessore sia dal punto di vista della sigla, sia dal punto di vista della velocità.

Naturalmente il programma che stiamo utilizzando deve fare opportune chiamate al coprocessore. Non appena avviene la chiamata al coprocessore, il microprocessore principale resta, per così dire "libero", preparandosi all'esecuzione della prossima istruzione.

Quando il coprocessore ritorna il controllo al microprocessore principale, la sequenza delle istruzioni riprende da dove era stata interrotta con la chiamata.

Il coprocessore, al suo interno, è stato ottimizzato per poter svolgere molto velocemente e con elevata precisione alcune operazioni matematiche tipiche della trigonometria e degli sviluppi in serie notevoli.

Oltre a ciò contiene al suo interno memorizzate alcune costanti tipiche del calcolo logaritmico.

Chiudiamo la parentesi sui coprocessori e proseguiamo nella nostra panoramica, arrivando, ovviamente, al 486.

Siamo, senza dubbio in presenza di un processore che ha lasciato una importante traccia nella storia dei PC. La vera rivoluzione portata dal 486 consiste nella presenza, all'interno del chip, del coprocessore ma-

tematico (del tutto uguale al 387) e del gestore di memoria cache.

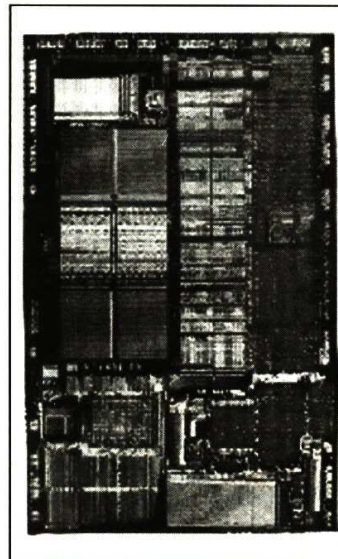
Il coprocessore matematico integrato, pur essendo uguale al 387, proprio per il fatto di essere stato integrato ed ottimizzato sullo stesso chip, risulta avere una velocità circa doppia di quella del suo predecessore.

La memoria cache contiene le informazioni (sotto forma di dati ed indirizzi) usate più di recente. Quando il 486 deve accedere alla memoria principale, controlla prima la cache, quindi, se non trova in cache le informazioni volute, controlla la memoria principale. Appare evidente che con opportuni algoritmi di ottimizzazione del codice macchina è possibile operare in modo assai veloce, sfruttando al massimo le caratteristiche della cache.

Naturalmente, il 486 è pienamente compatibile con il microcodice del 386, pur essendone più veloce (un produttore storico concorrente di Intel, la AMD, ha messo in vendita la versione DX4 del 486 che lavorava a 120 MHz).

Del 486 ne esiste, come è facile intuire, una versione SX, mentre la versione "standard" viene convenzionalmente definita 486DX. Contrariamente ai predecessori (286 e 386), l'unica differenza consiste nella mancanza del coprocessore matematico, mentre il bus di comunicazione resta sempre a 32 bit. Le dimensioni fisiche restano del tutto uguali, così come la piedinatura.

I soliti maligni affermavano che Intel avesse reso disponibile sul mercato la versione SX, a distanza di un anno dal DX, semplicemente perché la difettosità dei chip nella zona del coprocessore era salita alle stelle ... Sinceramente non si sa se questa sia stata la vera ragione oppure no. Certamente avere due versioni con la stessa piedinatura consentiva di po-



Interno del processore 80486

ter cambiare a nostro piacimento le prestazioni del "motore" del nostro PC (in gergo questa operazione si chiama "upgrade").

Una ulteriore differenza rispetto al 386 è data da una revisione completa della struttura interna del processore che consente di eseguire le stesse istruzioni del 386 con un numero inferiore di colpi di clock.

Le velocità di lavoro dei 486 sono varie: partiamo con il modello SX a 25 MHz ed il modello DX a 33 MHz, arrivando fino al DX4 a 100 MHz oppure a 120 MHz per le versioni prodotte da AMD.

Le versioni DX2 e DX4 sono state concepite per facilitare al massimo le operazioni di "upgrade" del microprocessore. Lavorano, infatti, internamente al doppio oppure al quadruplo della velocità di clock di base, ma comunicano con il resto del mondo a 33 MHz.

Va notato che effettuando un "upgrade" di un microprocessore si va ad alterare sostanzialmente la velocità di elaborazione interna del processore, senza però cambiare la ve-



locità di scambio dati con il bus che resta invariata.

Ovviamente erano anche disponibili versioni a basso consumo che funzionano a soli 3,3 V di alimentazione.

Sempre nella famiglia 486, Texas Instruments ha proposto due versioni di chip compatibili: il 486 SLC ed il 486 DLC.

Pur portando il nome 486 si tratta di due chip 386 compatibili (pur se più veloci ed a minor consumo di corrente). Il modello SLC è sostanzialmente un 386 SX, mentre il DLC è un 386 DX compatibile. Va sottolineato che questi due chip sono compatibili con il microcodice della famiglia 486.

Ed eccoci finalmente arrivati ad una delle pietre miliari dei processori: il tanto chiacchierato processore Pentium (per favore, non chiamatelo 586!).

Del Pentium abbiamo sentito parlare da chiunque, talvolta anche a sproposito, ma con un nome così serio, con quel non so che di latino, come si fa ad ignorarlo...

Cominciamo, quindi, con l'inquadrarlo come abbiamo appena fatto con i suoi predecessori.

Si tratta, sicuramente, di uno dei più potenti microprocessori presenti sul mercato dei PC a metà degli anni 90, famoso grazie al suo "sfortunato" esordio (ricordate i primi chip a 60 MHz che sbagliavano quella strana operazione matematica?), ma soprattutto famoso grazie all'avvento del nuovo sistema operativo a 32 bit che da settembre 1995 ci sta sconvolgendo l'esistenza, nel bene e nel male.

Nonostante il predetto sistema operativo multitasking lavori a 32 bit, il Pentium lavora a ben 64 bit. Le dimensioni fisiche del Pentium sono leggermente maggiori di quelle del 486, mentre la potenza dissipata è

decisamente superiore (ed andrà sempre aumentando fino alle versioni attuali di processori che necessitano di vere e proprie "turbine" per raffreddarli).

A titolo informativo possiamo riflettere un istante sul numero di transistor presenti nel Pentium: oltre 3 milioni. Se ciò non vi bastasse pensate che questa manciata di transistor è contenuta in circa 2 centimetri quadrati, e comunica con l'esterno attraverso una ragnatela di 273 pin.

Naturalmente il set di istruzioni del Pentium è compatibile con quello del 486 (pur essendone parecchio più esteso) che a sua volta non ha dimenticato quello del 386, e così via fino ad arrivare all'8086...

Ebbene sì! Santa Compatibilità ora pro nobis.

Quei due o tre utilizzatori che ancora utilizzano dei codici sviluppati originariamente per l'8086 possono stare tranquilli: anche per questa volta non dovranno aggiornare il loro software.

Inizialmente nato a 60 MHz, Pentium è arrivato a lavorare a 75, 90, 100, 120, 133, 150, 166, ... MHz.

Una prima precisazione che desidero farvi è la seguente: non lasciatevi ingannare dalla velocità di clock di un microprocessore.

Sarebbe sbagliatissimo affermare che un 486DX4 100 MHz ed un Pentium 100 MHz lavorano alla stessa velocità!

Mi rendo conto che la frase precedente è un tantino azzardata, ma non preoccupatevi, non intendo rivoluzionare le vostre certezze matematiche:  $2 + 2$  continua ad essere uguale a 4.

Pur lavorando alla stessa frequenza di clock i due processori sono caratterizzati da modalità diverse di esecuzione delle istruzioni. Questa frase, apparentemente assai banale,

racchiude anni di studio di decine di progettisti abituati a limare i nanosecondi ed i microwatt. Sia lo sviluppo di un nuovo processore, sia la crescita di un processore già esistente, prevedono complessi cicli di ottimizzazione nell'esecuzione del microcodice e nella gestione dell'energia.

Tralascio volutamente l'analisi degli indici di prestazione dei microprocessori, ricordandovi soltanto che ne esistono di svariati tipi: in genere ogni indice "tira l'acqua al proprio mulino", evidenziando allo stesso tempo sia i propri punti di forza, sia le debolezze dell'avversario.

Non dimentichiamoci, inoltre, che per poter sfruttare al meglio le risorse di un microprocessore, il software deve essere scritto ed ottimizzato per quello specifico processore.

Torniamo al Pentium. Una delle sue caratteristiche salienti è rappresentata dalla doppia pipeline. La gestione delle istruzioni con una doppia pipe consente, in linea teorica, di raddoppiare la velocità di un microprocessore. Naturalmente non siamo di fronte ad una novità, ma semplicemente ad una riedizione di un concetto vecchio di almeno una quindicina d'anni. La struttura a doppia pipe non è simmetrica. Ne consegue che il raddoppio della velocità resta puramente teorico. Infatti, una delle due pipe può eseguire l'intero set di istruzioni, mentre l'altra è in grado di svolgere soltanto istruzioni semplificate, tipicamente da un singolo colpo di clock.

Altra prerogativa del chip Pentium è costituita dalla Branch Prediction o previsione di salto. Con un apposito algoritmo di previsione e di ottimizzazione dei salti, è possibile prevedere con elevata probabilità di successo l'indirizzo del prossimo salto. Alle caratteristiche fin qui elencate va poi aggiunta la doppia area di



16KB di memoria cache: 8KB sono riservati ai dati mentre i restanti 8KB sono prerogativa del codice macchina.

Prima di concludere vorrei presentarvi l'ultimo processore che trattiamo in questa retrospettiva: il Pentium Pro (detto anche P6, e talvolta 686). Era composto di qualcosa come circa 5.5 milioni di transistor e risiedeva su due diversi pezzettini di silicio: il microprocessore vero e proprio e la cache di secondo livello (che poteva essere di 256 o di 512 KB on-board). La tecnologia delle maschere si aggira attorno agli 0.35 micron.

Le caratteristiche di doppia pipe e di branch prediction erano state ulteriormente ottimizzate e potenziate.

Le velocità note erano le seguenti: 150, 166, 180 e 200 MHz, anche se non è stato un processore particolarmente "popolare".

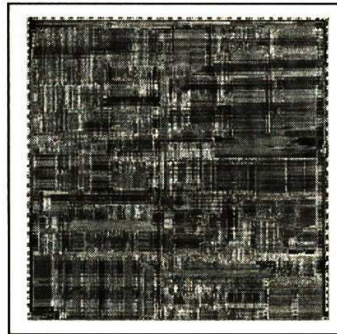
Le prime applicazioni prevedevano sistemi multiprocessore, anche se il grosso dello sviluppo è avvenuto nella direzione delle piastre per PC commerciali, realizzate congiuntamente da Intel e da alcuni grossi nomi dell'informatica mondiale.

Come accennavo non c'è stata una grande diffusione del Pentium Pro, superato prepotentemente dal Pentium II, ma questa è ormai storia quasi recente...

Siamo così arrivati alla fine di questa panoramica. A questo punto sorgono spontanee due domande:

- Se devo acquistare un computer nuovo come devo comportarmi per stare al passo con i tempi?
- Se opto per un PC usato come faccio a sceglierlo in base a prezzo e prestazioni.

Le risposte potrebbero essere tante. Per il computer nuovo mi verrebbe di affermare un'assurdità del tipo: compra oggi quello che uscirà domani, o, meglio ancora, quello di



**Interno del microprocessore Pentium**

dopodomani.

In effetti il ritmo di obsolescenza dei processori è molto elevato, e possiamo tranquillamente affermare che ciò che acquistate oggi fra alcuni mesi sarà abbondantemente superato. Quindi, occorre valutare le effettive necessità ed il budget a disposizione, trovando un ragionevole compromesso fra costi e prestazioni.

L'unico consiglio sempre attuale è quello di non lesinare sulla RAM e sulla capacità degli hard-disk: con una manciata di euro di differenza si possono avere taglie superiori che a distanza di alcuni mesi potrebbero rivelarsi davvero utili.

Il discorso cambia per quanto riguarda l'usato.

I prezzi sono i più vari e cambiano tantissimo a seconda che l'acquisto avvenga da un privato, in un negozio o in una fiera del settore.

Ricordo che alcuni mesi fa in una delle grosse fiere del settore era possibile trovare alcuni pallet di PC IBM con processore Pentium III a 600 MHz, dai 128 ai 256 MB di ram e varie taglie di hard-disk (dai 10 ai 20 GB) ad un prezzo inferiore al centinaio di euro, monitor escluso.

Come vedete i prezzi potrebbero essere davvero interessanti, qualora non servano prestazioni esagerate

(spesso richieste soltanto dai videogiochi o dalla gestione di filmati).

A noi poveri OM della domenica, interessati a fare un po' di packet o di APRS, con la voglia di gestire il log di stazione e di configurare le memorie dell'ultimo portatile acquistato, che computer serve???

A titolo di esempio potrei dirvi che molti colleghi utilizzano dei vecchi Pentium per fare APRS con UI-View e gestire la sound card con AGW-PE.

Io stesso ho utilizzato a lungo un Pentium 150 overclocato a 166, con 32 MB di ram ed 1 GB di hard-disk... Come vedete si trattava di una macchina veramente minima e le prestazioni erano abbastanza "minime": l'aggiornamento delle stazioni in mappa spesso richiedeva anche un secondo...

Un buon miglioramento l'ho avuto sostituendo il disco fisso da 1GB e passando ad un disco da 10GB, notevolmente più veloce e con una migliore dotazione di cache.

Se invece volete gestire un nodo con digined, potrebbe bastarvi un vecchio 486 con floppy funzionante...

Come vedete ce ne è per tutti i gusti, dipende dalle applicazioni che utilizzate. Leggete bene le istruzioni a corredo dei vari programmi e cercate le configurazioni hardware minime richieste.

Tenete presente che il PC che avevo trovato in fiera inbancalato in gran quantità è spesso più che sufficiente per la maggior parte delle applicazioni radioamatoriali e di casa.

Buone elaborazioni a tutti!

### Bibliografia

- Peter Norton - Inside PC IBM
- Microsoft - MS DOS 6 - Manuale utente
- Digital Research - DR DOS 6.0
- MC microcomputer - Articoli vari