

# Jurassic News

EMULARE CON ARDUINO

IL COMPUTER TEXAS TM990/198

LA STORIA DEL BASIC

IL SOFTWARE PER IL CABINET MAME

UN RICORDO DI STEVE JOBS

IL RACCONTO: L'ISOLA DEL TESORO

LA RIVISTA VIDEOGIOCHI

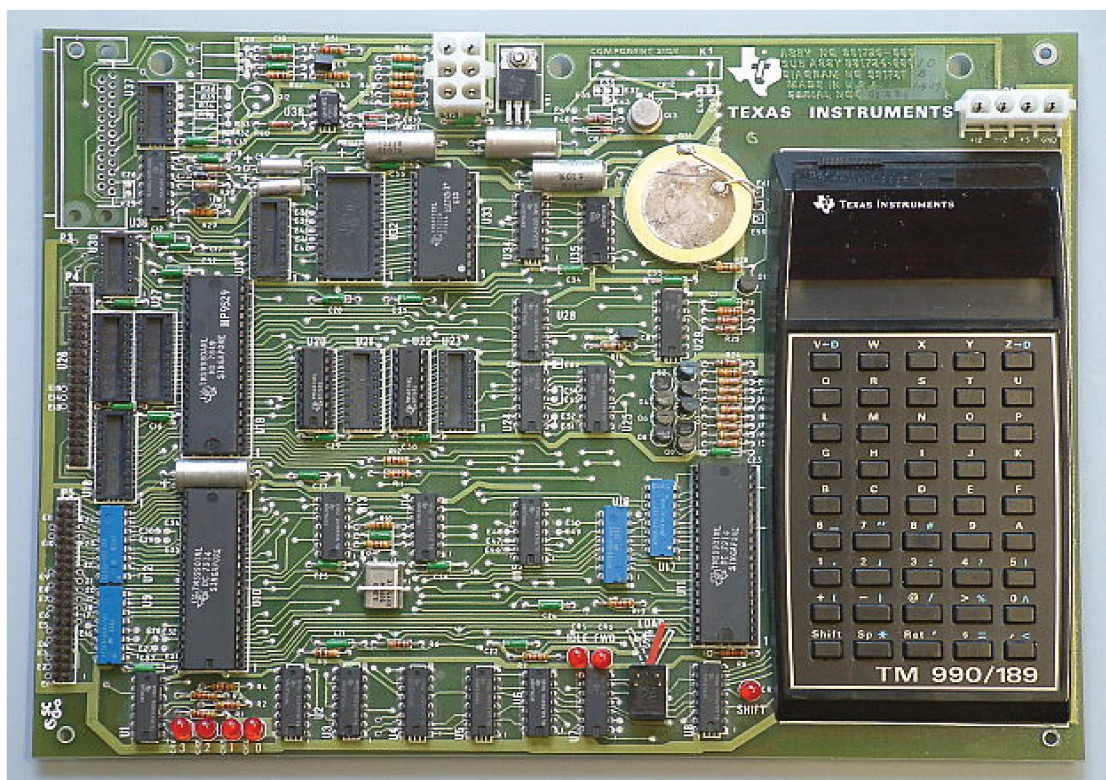
LA PROGRAMMAZIONE IN BASIC PCOS



*Retrocomputer Magazine*

Anno 6 - Numero 38 - Novembre 2011

# Texas Instruments TM 990/189



*Di Tullio Nicolussi*

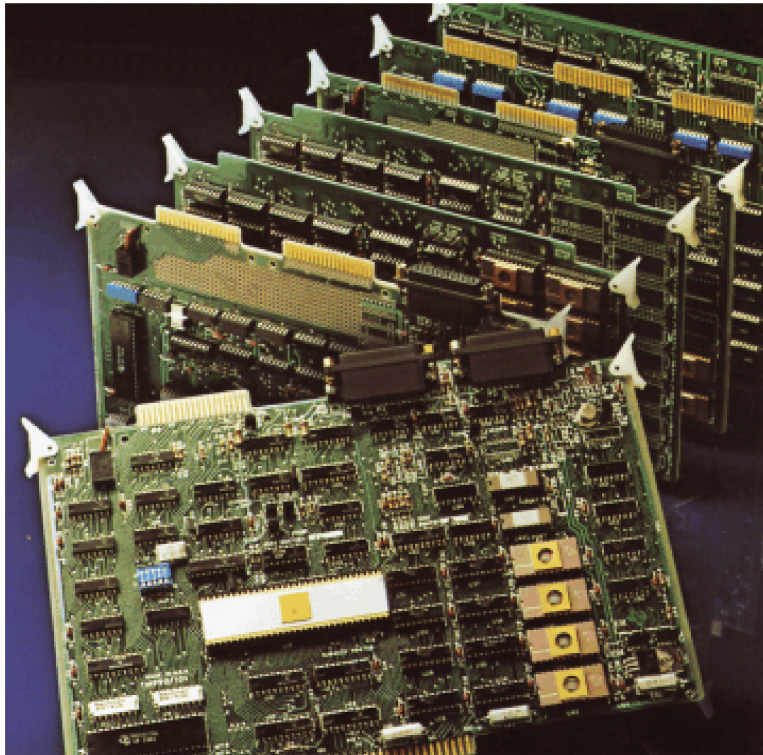
Dopo il 1965 le case produttrici di microprocessori avevano un grosso problema: i loro chip erano troppo potenti per le conoscenze dell'ingegneria elettronica in possesso all'industria. Finora si erano prodotti chip specializzati quanto si vuole, ma mai qualcosa che potesse adattarsi ad esigenze diverse attraverso una programmazione, per giunta modificabile in tempo reale. I produttori capivano bene che si trattava di una vera e propria rivoluzione potenziale: molti prodotti potevano ricavarne vantaggi in termini di funzionalità, costi e consumi.

Nel tentativo di aiutare in qualche modo i progettisti ad acquisire

il necessario how-how, le aziende produttrici dei chip programmabili, decisero di realizzare dei progetti minimali, quasi dei kit in scatola di montaggio (qualcuno era veramente da montare), con lo scopo principale il diventare una piattaforma di apprendimento per le nuove frontiere dell'elettronica digitale.

Una di queste aziende è la Texas Instruments che produce un sacco di cose, principalmente strumenti di misura per laboratori, ma anche chip e componenti elettronici in genere. La TI praticamente ha inventato le calcolatrici elettroniche.

Texas Instruments (TI) aveva già sul mercato fulgidi esempi di cosa si



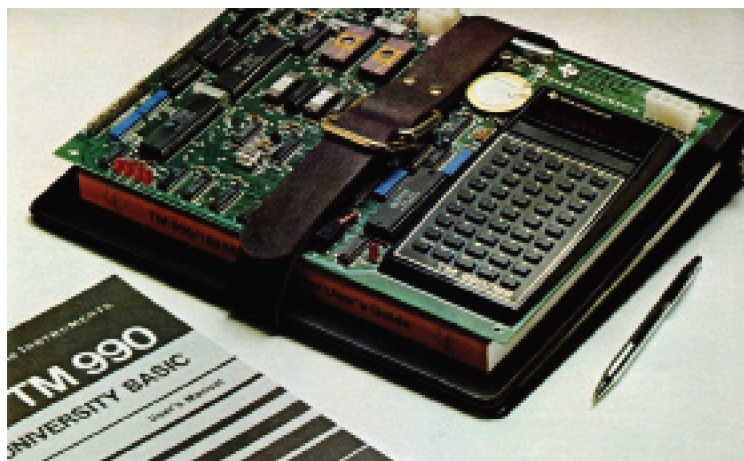
*poteva fare con un microprocessore, ad esempio calcolatrici elettroniche miniaturizzate. La sua TI-59, una programmabile dell'era pre-home computer è del 1977.*

*L'idea fu quindi quella di "esplodere" le componenti di una calcolatrice come la 59 e realizzare una piastra elettronica dove ci si potesse mettere le mani per la realizzazione di progetti e in generale per interfacciare il sistema con il mondo circostante. Questa cosa doveva costare poco, essere adeguatamente supportata da valida documentazione e fatta passare come indispensabile per conseguire, a livello universitario, una solida preparazione in quel campo che già allora prometteva molto e che si sarebbe poi rilevato una autentica miniera d'oro.*

*Il risultato è il prodotto chiamato TM990/189.*

*La scheda TM990/189 fa parte di una linea di prodotti equipaggiati con il processore TM990 che ha generato varie soluzioni industriali, fra le quali un calcolatore a schede espandibile TM990/100 e successiva numerazione.*

*I primi kit escono sul mercato nel 1977 e il sistema fu poi venduto fino ad oltre il 1980, principalmente come sistema di studio. Infatti ad un certo punto Texas lo chiama per esteso: TM990/189 University Board, corredandolo anche con un interprete BASIC, evidentemente una espansione richiesta a gran voce dagli utilizzatori.*



*Primo approccio*

*Celebre la pubblicità dell'epoca che lo rappresentava legato sopra alcuni libri con la famosa "cinghia", ve la ricordate? Con la quale si usava allora portare a scuola i testi.*

*In Italia la scheda è stata importata ufficialmente, si veda la pubblicità dell'immagine in fondo alla pagina*

*Il prodotto di Texas Instruments si presenta come un'unica piastra di vetronite a doppia faccia dalle dimensioni circa 24x32 cm, con una discreta quantità di componenti, alcuni su zoccolo e il guscio superiore di quella che sembra proprio una calcolatrice TI-59 appiccicato sulla destra a fungere da unità di I/o.*

*Sulla piastra, che la TI si è ben guardata da commercializzare con un qualche guscio protettivo, spiccano tre chip a 40 piedini che sono il processore a 16 bit TM990 e due chip di controllo dell'input/output. Un buzzer piezoelettrico, due connettori di alimentazione, sette led rossi e qualche manciata di componenti completano il tutto.*

*Come si diceva nell'introduzione, è come se TI avesse voluto "mettere a nudo" il contenuto di una TI-59 spargendolo su un piano orizzontale, aggiungendo i controller per espandere*

*successiva, che riproduce la pubblicità apparsa sulla rivista Bit nel 1981. Il sistema costava 415.000 Lire + IVA (più o meno uno stipendio mensile da impiegato).*

**TEXAS INSTRUMENTS Inc.**

Computer System Division P.O. Box  
2909 Austin, TX 78769 (USA)

**TEXAS INSTRUMENTS**  
**SEMICONDUITORI ITALIA S.p.A.**  
Cittaducale (RI)  
Tel. 0746/69021

**TM 990/189 M**



**CPU:** TMS 9980 - 16 bit

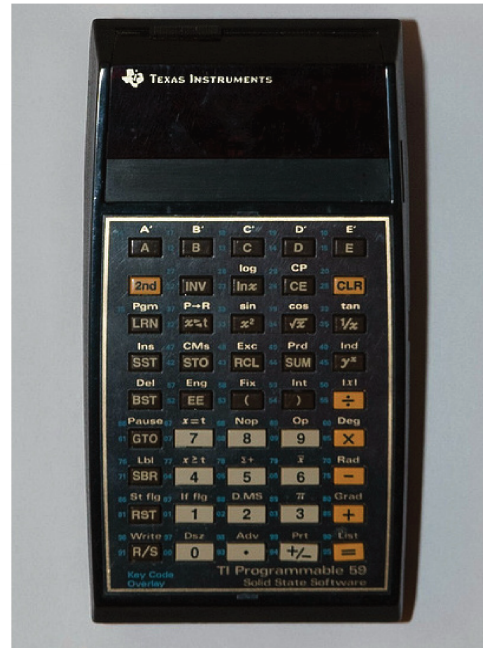
**RAM utente:** 1Kbyte (espandibile su scheda fino a 2Kbyte)

**Firmware:** monitor Assembler da 4 Kbyte su EPROM (espandibilità su scheda a 6Kbyte (EPROM))

**Prezzo:** L. 415.000 + IVA

l'I/O e sulla quale potesse essere agevole operare per aggiungere collegamenti, sostituire i chip, etc...

Alcuni zoccoli sono vuoti e si capisce che il sistema potrebbe essere espanso, ad esempio per aumentare la sua esigua dotazione di RAM, appena 1 Kbyte con un'altro K e la ROM (EPROM) per un massimo di tre chip e 6 Kbyte in totale.



Rispetto alla tastiera di una "vera" TI-59 (vedi figura della pagina a fronte), quella che è assemblata sulla piastra del TM990/189 è meno vistosa, mancano i colori e le scritte trovano posto non sui pulsanti ma nello spazio del contenitore sopra i tasti stessi.

In totale troviamo 45 tasti, alcuni si capisce che servono per le funzioni, come ad esempio lo SHIFT in basso a sinistra (dotato di spia a led per segnalare la sua attuazione), per gli altri trovano posto tutte le lettere dell'alfabeto, le cifre e i simboli per le

operazioni aritmetiche.

Il display è il classico a sette segmenti rossi con capacità di 10 cifre, abbastanza piccole, ma così era lo standard sulle calcolatrici pre anni '80.

L'alimentatore è esterno e bisogna entrare con tre tensioni: +5, +12 e -12 Volt.



## Hardware

*Il micro processore che equipaggia questo calcolatore single board è il Texas Instruments TMS 9980A.*

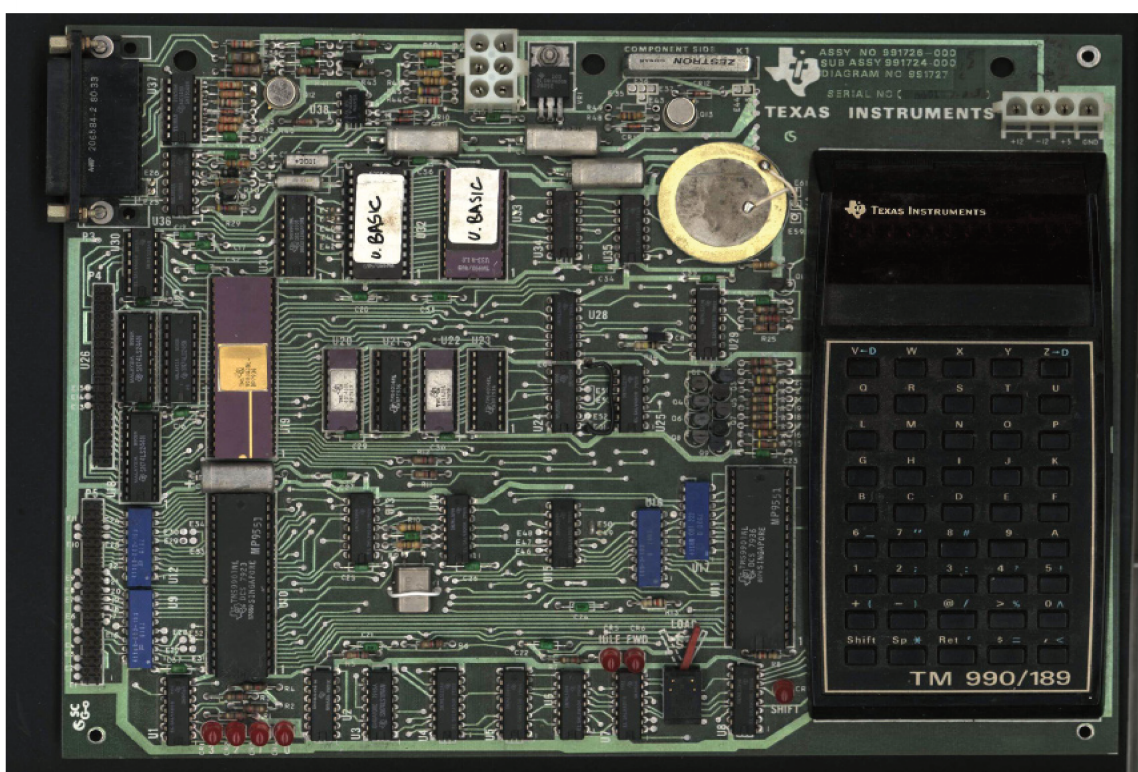
*Appartiene alla famiglia dei processori a 16 bit TMS 9900, ma è un modello inferiore, nel senso che non ha memoria in-chip e si deve appoggiare alla RAM esterna attraverso il bus dati che è a 8 bit. La casa costruttrice lo da con un meno 33% di prestazioni rispetto al suo modello di punta.*

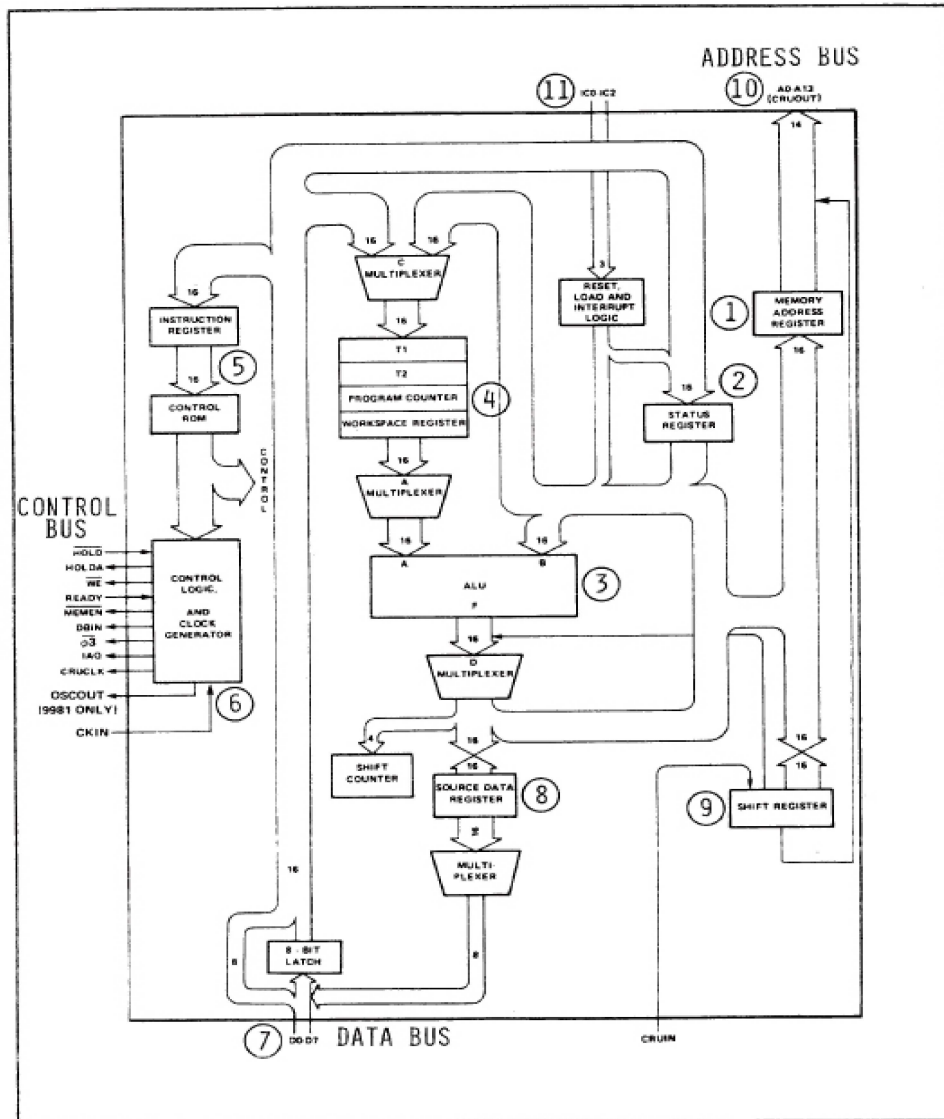
*Il fatto di gestire i registri fuori chip rende il processore flessibile (si possono cambiare gli indirizzi di base), ma comprensibilmente più macchinoso*

*nell'esecuzione delle istruzioni. I data sheet riportano un valore di potenza di calcolo pari a 100.000 istruzioni aritmetiche al secondo.*

*Il clock per questa famiglia di processori può arrivare a 10 MHz (esterno) che si decuplicano internamente al valore di 2,5 MHz. Per questa piastra viene usato un clock a 2 MHz.*

*Il processore indirizza al massimo 16 Kbyte di RAM ma la piastra ne ospita appena uno di default e arriva a due aggiungendo due chip di memoria statica, il classico 2114 (i due zoccoli sono già presenti). La dotazione di ROM è di 4 Kbyte espandibile con altri due Kbyte su piastra.*





La Texas ha commercializzato due espansioni ufficiali: TMS 9902, una interfaccia di comunicazione asincrona configurabile come RS232 o current loop e una piastra bus di espansione. Al sistema sono comunque collegabili altre periferiche progettate per il sistema TM 990/100, come un video terminale ad esempio, che può servire anche per la programmazione BASIC.

plastico) posto a sinistra subito sopra il primo TMS 9901 (parallel I/O), l'altro serve per il controllo della matrice di tastiera e si trova in corrispondenza della stessa.

Il sistema pilota un registratore a cassette audio che va collegato al connettore a sei poli posto in alto al centro a fianco di un trimmer che serve evidentemente per comandare l'on/off del motore dell'unità.

Il processore è il chip a 40 pin (in dip

La Texas Instruments vende ovvia-

## Uso

mente anche l'alimentatore adatto (TM 990/519) il cui connettore va inserito nel corrispondente della piastra (quello sopra la tastiera).

Le caratteristiche principali del microprocessore costruito da TI sono: processore a 16 bit con bus a 8 bit; indirizza fino a 16 K di memoria esterna

Sei livelli di interrupt (il livello 0 di massima priorità è riservato al reset del processore, quattro riservati per i device esterni).

Gestione del DMA

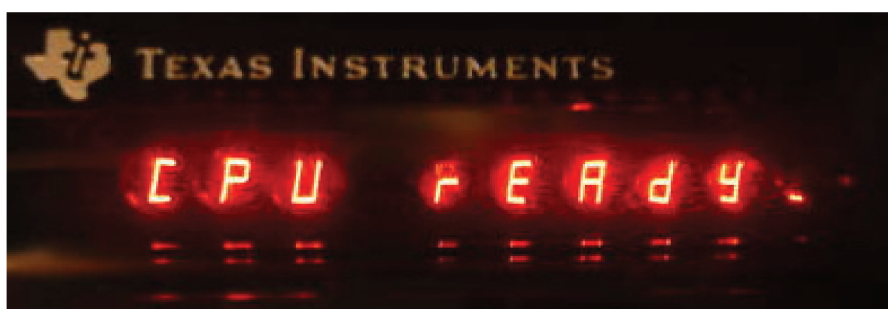
L'input-output è controllato dalla CRU (Communicator Register Unit) all'interno dell'architettura della CPU. Questo registro mette a disposizione 2048 bit singolarmente indirizzabili e controlla le linee del processore che comunicano l'operazione all'esterno. Altre istruzioni particolari hanno effetto sulle linee del processore (ad esempio il reset software)

Rispetto alle più conosciute CPU come lo Z80 e il Rockwell 6502, si capisce chiaramente dal manuale del processore che si tratta di un chip più complicato. Il motivo è da ricercarsi forse nel fatto che un tale chip viene usato dalla TI in apparecchi se non miniaturizzati, certo contenuti nelle dimensioni.

Ad esempio le calcolatrici che, complice anche la concorrenza di quel geniaccio di Clive Sinclair, avevano imboccato la strada della miniaturizzazione.

I progettisti elettronici hanno poi semplificato di molto l'architettura delle CPU, focalizzandosi sulle funzionalità più utili e delegando la gestione dell'environment ai chip di supporto esterni.

All'accensione il sistema mostra la scritta CPU READY sul display. L'accensione e il reset avviene utilizzando lo switch "LOAD" che si trova a fianco della tastiera in basso a sinistra. A questo punto si deve scegliere la



```
SDSMAC      3.1 *    10:30:30 FRIDAY, DEC 22, 1978.      PAGE 0002

0001      *   INPUTS:
0002      *   CHARACTERS RECEIVED FROM KEYBOARD
0003      *   OUTPUTS:
0004      *   TIMING VALUES FOR WAVE CYCLE SUBROUTINE
0005      *   REGS. USED
0006      *   R0 - CYCLE "ON" TIME FOR WAVE CYCLE SUBROUTINE
0007      *   R1 - CYCLE "OFF" TIME FOR WAVE CYCLE SUBROUTINE
0008      *   R2 - LENGTH OF TONE COUNTER
0009      *   R4 - DELAY COUNT FOLLOWING EACH ELEMENT
0010      *   R6 - ELEMENT COUNT FOR MORSE CODE CHARACTER
0011      *   R7 - HOLDS MORSE CODE CHARACTER
0012      *   R12 - BASE CRU ADRS FOR OUTPUT DEVICE
0013      *   ADDRESS EQUATES
0014      31C2 MN EQU >3000 MONITOR ENTRY ADRS
0015      022B WC EQU >022B ADRS OF "WC" IN WAVE CYCLE PGM
0016      0236 D1 EQU >0236 ADRS OF "D1" IN WAVE CYCLE PGM
0017      *
0018      02B0      ADRS >02B0
0019      02B0 WS BSS 32      WORKSPACE AREA
0020      02A0 02E0 ST LWP1 WS      INIT WP
0021      02A4 020C LI R12,>43C      SET ADRS OF SPEAKER IN R12
0022      02A6 043C LI R0,10      SET UP R0 AND R1 FOR
0023      02AA 000A LI R1,10      1 KHZ TONE
0024      02B0 04C6 AA CLR R6      CLEAR BOTH BYTES OF R6
0025      02B2 2EC6 XOP R6,11      READ A CHAR FROM TERMINAL
0026      02B4 9B06 SZCB R6,0PM      FORCE PARITY BIT TO ZERO
0027      02B6 9B06 CB R6,BA      IS CHAR LESS THAN AN "A"?
0028      02BA 0308 JLT CC      YES-NOT ALPHABETIC
0029      02BE 9B06 CB R6,E2      IS IT GREATER THAN A "Z"?
0030      02C2 151D JGT ER      YES-NOT A VALID CHAR
0031      02C4 06C6 SWPB R6      FORM INDEX IN R6
0032      02C6 0226 AI R6,>FFBF (>FFBF = ->41)
0033      02CA 0A16 SLA R6,1
0034      02CC C1E6 MOV @MT(R6),R7      GET MORSE CODE IN RIGHT BYTE
0035      02CE 031A
0036      02D0 C1B7 MOV R7,R6      SET UP ELEMENT COUNT
0037      02D2 09B6 SRL R6,8      IN R6
0038      02D4 04C2 BB CLR R2      INIT CYCLE COUNT TO ZERO
0039      02D6 0917 SRL R7,1      SHIFT NEXT ELEMENT TO CARRY
0040      02D8 1702 JNC DT      SHORT OR LONG
0041      02DA 0222 AI R2,>29B      LONG
0042      02DC 029B DT AI R2,>14D      SHORT
0043      02DE 0222
0044      02E0 014D
0045      02E2 06A0 BL @WC      GO TO WAVE CYCLE PGM
0046      02E4 022B
0047      02E6 0204 LI R4,>1A0A >1A0A = 6666
0048      02E8 1A0A
0049      02EA 0202 LI R2,1      ONLY ONE TIME THRU LOOP
0050      02EC 0001
0051      02EE 06A0 BL @D1      GENERATE DELAY BETWEEN ELEMENTS
0052      02F0 0236
```

modalità di input. Il semplice INVIO significa che si userà la tastiera intergrata, pigiando un'altro tasto invece si dice al sistema che si userà un terminale configurato in precedenza con opportuni ponticelli e collegato all'interfaccia di comunicazione asincrona. In particolare un tasto numerico significa che il terminale è configurato a 110 boud, un carattere alfanumerico attiva l'interfaccia a 300 boud.

Notiamo come queste ridottissime velocità di comunicazione, che oggi sarebbero inaccettabili, denuncino l'età del progetto e filosoficamente

l'idea che tutto sommato "è meglio di niente".

Fatta questa prima scelta il software salta all'interno del monitor chiamato UNIBUG.

L'uso della tastiera è abbastanza semplice. Ovviamente lo SHIFT attiva le funzioni assegnate ai tasti al posto del simbolo alfanumerico corrispondente. L'uso del tasto ENTER è banale. Il display può shiftare a destra o a sinistra tramite due tasti opportunamente siglati.

Con un display a sette segmenti ci



vuole un po' di fantasia per adattare una visualizzazione credibile per tutte le lettere dell'alfabeto. In particolare alcune lettere (W, X, etc...) e i simboli alfanumerici (dollaro, percentuale, etc...) sono da imparare a memoria perché il display poco aiuta a richiamare il significato di quanto visualizzato.

Il monitor UNIBUG accetta comandi formati da una lettera ed eventuali parametri. SI tratta di un programma di gestione abbastanza sofisticato, pur con soli quattro Kbyte disponibili in ROM, che consente sicuramente uno studio approfondito del sistema.

L'esame particolareggiato di come si programma questo sistema esula dallo scopo della nostra prova. Accenneremo a qualche esempio per dimostrare le capacità del processore.

Siamo di fronte ad una tipologia di programmazione di tipo Assembly, quindi è necessario conoscere molto bene l'architettura della macchina e i

comandi del monitor. Esiste una versione del BASIC, ma sarà resa disponibile qualche anno dopo l'uscita del primo modello e comunque presuppone di modificare drasticamente il sistema stesso con la sostituzione delle ROM.

I comandi di UNIBUG sono costituiti da una lettera seguita dai parametri opportuni.

Ad esempio il comando D (dump della memoria su cassetta), volendo salvare il contenuto della memoria dall'indirizzo 200 al 210 con entry point 200, chiamando il dump "ESEMPIO" ha la seguente sintassi:

**D200,201,200 <INVIO>**

il monitor risponde con il prompt "IDT=" si inserisce il nome che si vuole assegnare alla registrazione, ad esempio la stringa "ESEMPIO" alla cui conferma (sempre con INVIO) il sistema risponde "READY". E' il momento di mettere in recorder l'unità a cassetta e far partire registrazione con il tasto "Y".

Il monitor contiene anche un Assembler (nella immagine sopra un esempio di listing), per cui, soprattutto se si dispone di un terminale esterno con una tastiera decente, è possibile scrivere il codice assembly e farlo poi assemblare in codice oggetto.

L'architettura del processore è diversa da quella classica a cui siamo abituati nei processori "normali" da 8 bit in su. I registri sono tre: PC è il Program Counter, WP è il Workspace Counter, questo punta alla base di un gruppo di 16 locazioni di memoria che vengono numerate da Ro a R15 che possono essere usate come registri nelle operazioni della CPU; infine ST è il registro di stato.

Sulla presenza del registro Workspace vale la pena soffermarsi. Forse l'unica altra CPU anni '80 che aveva qualcosa di analogo era lo Z80 con la sua doppia serie di registri.

Nel processore TMS 9980 i set di registri possono essere virtualmente illimitati, il che apre la strada a soluzioni di contex-switching, cioè una programmazione quasi in time sharing. Le apparecchiature equipaggiate con la CPU hanno bisogno di queste funzionalità "polimorfe" perché la CPU si occupa di tutto: I/O, calcoli, gestione della memoria, etc... senza



poter usare chip di supporto molto sofisticati. Non è il caso della piastra in esame: in fondo su questa i chip di I/O non mancano...

University BASIC.

La scheda equipaggiata con un terminale alfanumerico esterno, può utilizzare una versione del BASIC chiamato "University" che è comune alla serie TM 9980/100. Il software è rilasciato su due Eprom da inserire nei due slot della piastra e quindi è un BASIC di 6K (una Eprom da 4 K e una Eprom da 2 K).

Si tratta di un interprete che accetta la numerazione delle linee da 1 a 32767 (con CTRL-A si attiva l'auto numerazione). Numeri interi fra -32767 a 32767 compresi.

Variabili (massimo 120) distinte da una lettera seguita opzionalmente da un numero. Sono accettati gli array,

sia numerici che alfanumerici.

Si possono salvare e caricare programmi dall'unità cassette con i classici *SAVE* e *LOAD* che richiedono di specificare gli indirizzi e la dimensione di memoria da salvare/caricare.

Con l'espansione *TM9918*, una soluzione video-display a colori) sono attivi anche comandi grafici, colori e perfino sprite.

Il comando *TONE* permette di ottenere una semplice gamma sonora con il trasduttore on-board.

Le funzioni matematiche disponibili si limitano al calcolo del valore assoluto *ASB* e della radice quadrata *SQR* (un po' pochino in effetti, vista la vocazione educational sbandierata per il progetto).

Va tenuto presente che le possibilità di realizzare programmi sono comunque limitate dalla quantità di RAM disponibile (1K on-board e 2K se espansa).

Il "kit" (ci è difficile pensare ad un sistema completo, visto che comunque un minimo di assemblaggio è richiesto all'utilizzatore, non fosse altro per trovare un piano di appoggio adatto e il fatto che i circuiti elettrici sono "a nudo"), è corredato da tre manuali che sono una introduzione ai microprocessori, il manuale tecnico della CPU *TM9980* e la *User's Guide* del sistema.



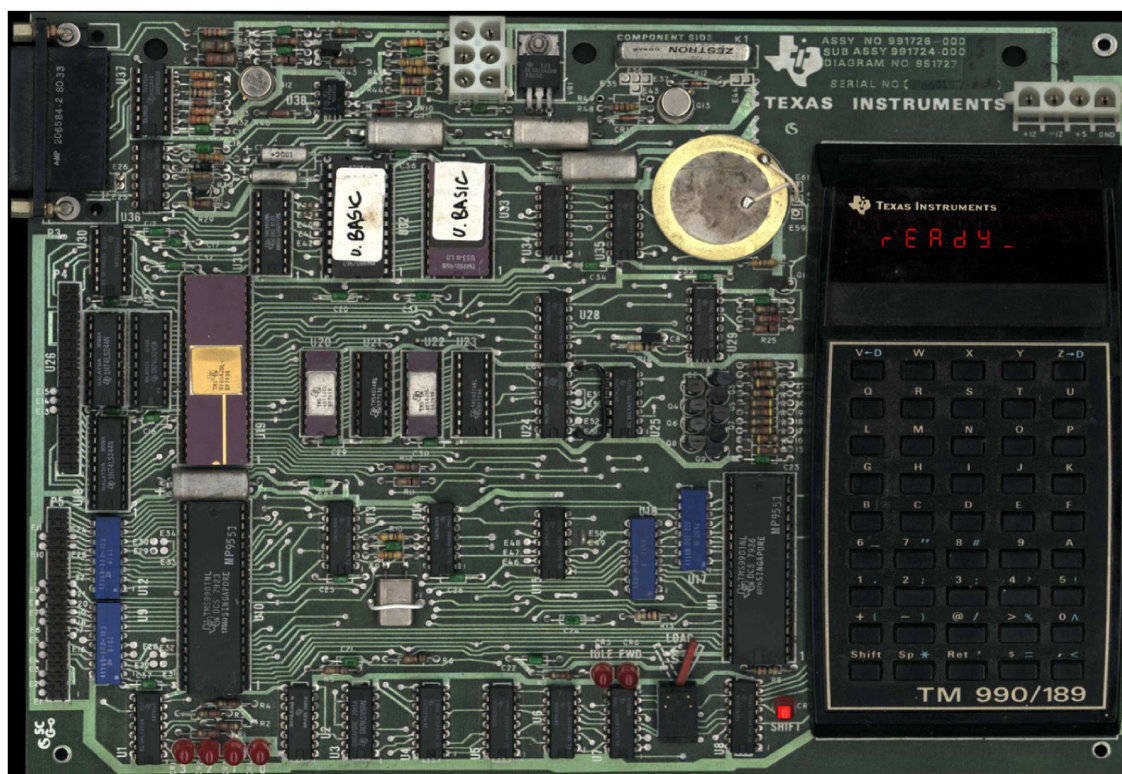
# Prova Hardware

*L'analisi dei sistemi che hanno fatto l'informatica*



*Presto sono state pubblicate delle monografie e le riviste di settore hanno ospitato articoli che riguardano il TM 990/189. Anche negli articoli scientifici si trovano riferimenti all'utilizzo della piastra come sistema di misura o di acquisizione dati.*

*Dal 1981 fu disponibile anche una rivista specializzata "99'er", anche se riguardava più in generale tutto il mondo 990.*



## Conclusioni

Esaminando questa proposta di Texas Instruments non si possono non vivere due sensazioni diametralmente opposte.

La prima è che la conquista del microprocessore ad utilizzo diffuso per attività produttive è stata una strada difficile da percorrere e va dato atto ai pionieri dell'epoca il non essersi scoraggiati di fronte alla difficoltà.

La seconda è che come europei ed italiani in particolare, la prima ora dell'informatica digitale ce la siamo persa; con le debite eccezioni, ovviamente. Mediamente coloro che oggi viaggiano fra i 50 e i 60 anni, avrebbero forse potuto esprimersi meglio se strumenti di apprendimento pari al TM990/189 fossero stati disponi-

bili a prezzi abbordabili e soprattutto se le scuole italiane ne avessero colta l'opportunità.

Invece è andata diversamente, pazienza; siamo entrati con la seconda generazione, quando le CPU erano più conosciute e, come abbiamo osservato nell'articolo, un tantino più semplici per il progettista e il programmatore.

La soluzione TI è stata quindi una rara opportunità offerta ad una vasta platea di ingegneri e appassionati e credo che siano state proprio queste occasioni, opportunamente correlate di informazioni tecniche ed esempi, a consentire la leadership statunitense nel campo dell'elettronica digitale per un decennio.

## Bibliografia

*TM 990/189 User's Guide, Texas Instruments;*

*TM 990 University BASIC, Texas Instruments;*

*TM 990 Intruduction to Microprocessor, hardware and software, Texas Instruments;*

*TM 990 Series - 16 bit microcomputer modules; Texas Instruments;*

*McComic, Ira ; Introduction to microcomputers hardware and software : learning with the TM 990/189 university board; 1979;*

[http://www.vintagecomputer.net/ti/TI-TM990-189/;](http://www.vintagecomputer.net/ti/TI-TM990-189/)

[http://www.programmazione.it/;](http://www.programmazione.it/)

<http://www.cpu-world.com/CPUs/TMS9980/index.html;>

<http://www.1000bit.it/scheda.asp?id=326;>

[http://www.computerhistory.org/;](http://www.computerhistory.org/)

<http://www.mess.org;>

## Riferimenti delle Figure

[http://www.dvq.com/ads/ti\\_tm990\\_189\\_byte\\_1\\_81.jpg](http://www.dvq.com/ads/ti_tm990_189_byte_1_81.jpg)

[brochure\\_front\\_cover.gif](http://www.avjd51.dsl.pipex.com/brochure_front_cover.gif)

<http://www.avjd51.dsl.pipex.com/tm990/tm990.htm>

<http://www.cpu-world.com/CPUs/TMS9980/index.html>

[http://www.schmeling-ol.de/ti99/bilder/tm990/tm900\\_189\\_1.jpg](http://www.schmeling-ol.de/ti99/bilder/tm990/tm900_189_1.jpg)

[http://www.vintagecomputer.net/ti/TI-TM990-189/thm\\_TI\\_TM990-189.jpg](http://www.vintagecomputer.net/ti/TI-TM990-189/thm_TI_TM990-189.jpg)

[http://www.vintagecomputer.net/ti/TI-TM990-189/TI\\_TM990-189\\_docs.jpg](http://www.vintagecomputer.net/ti/TI-TM990-189/TI_TM990-189_docs.jpg)

[http://www.vintagecomputer.net/ti/TI-TM990-189/TI\\_TM990-189.jpg](http://www.vintagecomputer.net/ti/TI-TM990-189/TI_TM990-189.jpg)