



Come già annunciato nel numero scorso presentiamo questo mese, il progetto di una tavoletta grafica di alte prestazioni da collegare all'Apple II. In questo articolo presenteremo la parte Hardware e lo "scheletro" del programma con le subroutine per la lettura del valore dei potenziometri e la conversione in coordinate cartesiane più la parte che si occupa della scelta delle funzioni (42 in tutto); per poter cominciare ad usare la tavoletta presentiamo già da ora alcune funzioni basilari come DRAW, per disegnare sullo schermo, DOT, per plottare un punto ogni volta che si preme il pulsante, LINE che traccia una linea retta tra due punti, FRAME e BOX che tracciano rispettivamente un rettangolo vuoto ed un rettangolo pieno del colore prescelto. Per cambiare il colore c'è la funzione COLOR, ed oltre alla funzione CATALOG ci sono le funzioni di LOAD e SAVE per caricare o salvare un disegno dal disco. Nel corso dei prossimi articoli, discuteremo temi interessanti come il cerchio che passa per tre punti, l'arco di cerchio, delimitazione di un'area dello schermo,

TAVOLETTA GRAFICA PER APPLE II

di Bo Arnklit

spostamento e/o riproduzione di quest'area di schermo in un altro punto qualsiasi. Ci sarà il MOVE GLOBAL con il quale si può spostare tutta l'immagine nelle quattro direzioni, lo SWAP che scambia le due pagine grafiche ed altre funzioni velocissime in linguaggio macchina per la sovrapposizione delle due pagine grafiche. Un'altra puntata sarà dedicata alla scrittura con lettere ottenute con un apposito programma dai vari set di caratteri del noto Toolkit che ne contiene più di venti. Si tratta di un programma che converte i caratteri in una

SHAPE TABLE in modo che i caratteri possono essere riprodotti sullo schermo con un fattore di scala da 1 a 256 e con la possibilità di rotazione per scrivere non solo in orizzontale. Infine ci sarà una descrizione della funzione FILL che serve per riempire di colore le aree chiuse. Delle 42 possibili funzioni del menù solo 38 sono state implementate anche per dare l'opportunità ai lettori di suggerire delle funzioni speciali. Saranno sempre graditi dei suggerimenti e critiche ai programmi che presentiamo; non dimentichiamo che un pro-

gramma che deve compiere un preciso scopo può essere scritto in mille modi e perciò non è detto che i nostri programmi siano necessariamente i più efficienti.

La costruzione di una tavoletta grafica come la nostra non è difficile, ma per chi non ha voglia di cercare i pezzi nei vari negozi possiamo offrire la tavoletta già montata e collaudata. Con l'occasione vi daremo anche un disco contenente il programma completo, che comunque sarà pubblicato nel corso dei prossimi articoli.

Hardware

L'idea di usare due potenziometri montati su due bracci e collegarli ai paddle

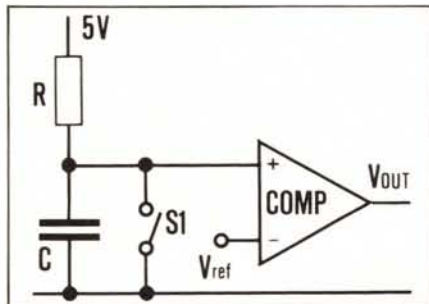


Figura 1 — Schema semplificato del convertitore analogico-digitale dell'Apple II.

Figura 2			
FB1E-	AD 70 C0	LDA	\$C070
FB21-	A0 00	LDY	£#00
FB23-	EA	NOP	
FB24-	EA	NOP	
FB25-	BD 64 C0	LDA	\$C064,X
FB28-	10 04	BPL	\$FB2E
FB2A-	C8	INY	
FB2B-	D0 F8	BNE	\$FB25
FB2D-	88	DEY	
FB2E-	60	RTS	
FB2F-	A9 00	LDA	£#00
FB31-	85 48	STA	£48
FB33-	AD 56 C0	LDA	\$C056
FB36-	AD 54 C0	LDA	\$C054
FB39-	AD 51 C0	LDA	\$C051
FB3C-	A9 00	LDA	£#00
FB3E-	F0 0E	BEQ	\$FB4E

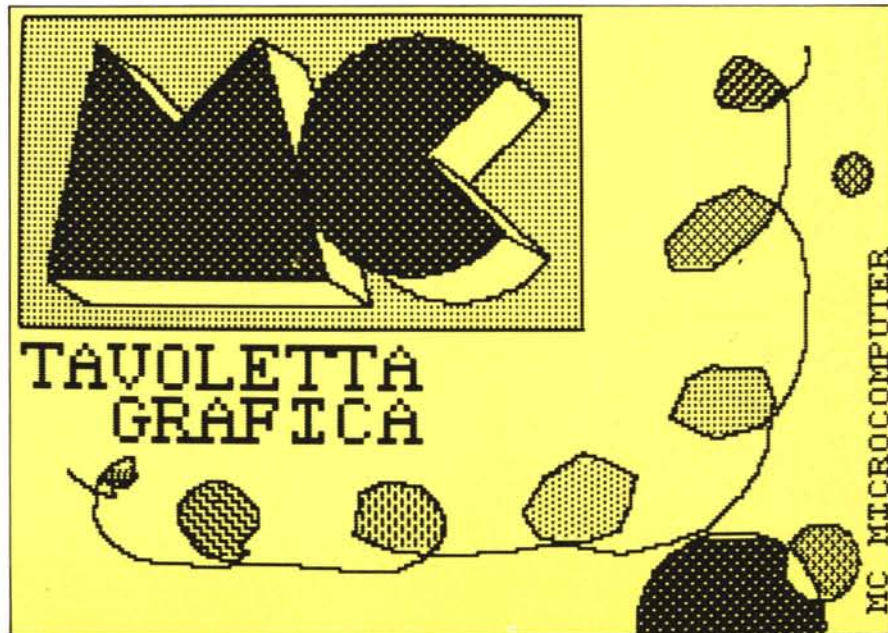
Figura 2, 3 e 3a — Listato delle routine in linguaggio macchina per la lettura dei PADDLE. Sopra quello del monitor dell'Apple. Sotto quello modificato a 16 bit, disassemblato e in codice esadecimale.

Figura 3			
0300-	AD 70 C0	LDA	\$C070
0303-	A2 00	LDX	£#00
0305-	A0 00	LDY	£#00
0307-	EA	NOP	
0308-	EA	NOP	
0309-	EA	NOP	
030A-	AD 66 C0	LDA	\$C066
030D-	10 06	EPL	\$0315
030F-	C8	INY	
0310-	D0 F6	BNE	\$0308
0312-	E8	INX	
0313-	D0 F5	BNE	\$030A
0315-	84 0C	STY	\$0C
0317-	86 0D	STX	\$0D
0319-	EE 0B 03	INC	\$030E
031C-	60	RTS	

Figura 3a			
0300-	AD 70 C0 A2 00 A0 00 EA		
0308-	EA EA AD 66 C0 10 06 C8		
0310-	D0 F6 E8 D0 F5 84 0C 86		
0318-	0D EE 0B 03 60		

dell'Apple II non è nuovo; è una logica conseguenza del fatto che esistono numerosi programmi che adoperano i paddle per disegnare sullo schermo in alta risoluzione. Purtroppo, a meno di non prendere accorgimenti particolari, la risoluzione è tutt'altro che soddisfacente: come è noto la risoluzione dei paddle è di 255 valori per una rotazione di 270 gradi del potenziometro. Supponiamo di montare i potenziometri su dei braccetti da 15 centimetri, allora la risoluzione risulta essere 2.77 mm e perciò, se il nostro piano di lavoro è di 280 × 192 mm in maniera che ogni punto dello schermo corrisponde ad un millimetro sul piano di lavoro, non sarà possibile scegliere un punto qualsiasi bensì si salta a passi

figura 2). L'istruzione LDA \$C070 dà inizio al ciclo di caricamento del condensatore. Il registro Y è usato come contatore e perciò deve essere azzerato all'inizio (LDY #00), poi non si fa altro che eseguire il LOOP a \$FB25, incrementando Y affinché la locazione \$C064,X (dove X è il numero del paddle) non sia positivo cioè con l'ottavo bit uguale a zero. A questo punto si esce (BPL \$FB2E) ed il registro Y contiene un numero tra 0 e 255 che è proporzionale alla rotazione del potenziometro. Per aumentare la risoluzione occorrono due cose. Innanzitutto bisogna aumentare il tempo di carica del condensatore, o aumentando il suo valore oppure aumentando il valore del potenziometro. Per ragioni



di circa due o tre punti. È ovvio quindi che per una tavoletta grafica di alte prestazioni un metodo come questo non basta. Un'analisi approfondita del circuito di conversione analogico-digitale dell'Apple ci porterà ad una soluzione di questo problema. Lo schema semplificato è riportato in figura 1. È costituito da un comparatore, un interruttore (S1), un condensatore e la resistenza del potenziometro. Il principio di funzionamento è il seguente: inizialmente S1 è chiuso e perciò il condensatore è scarico e la tensione all'ingresso del comparatore è zero. All'uscita del comparatore abbiamo perciò zero volt. Ora apriamo S1 ed iniziamo a contare. Il condensatore si carica (con la corrente che passa attraverso il potenziometro e che è proporzionale alla rotazione di quest'ultimo) e non appena supera la tensione di riferimento del comparatore l'uscita di questo cambia stato ed abbiamo una tensione di uscita pari a 5 volt. A questo punto smettiamo di contare. Il numero a cui siamo arrivati è proporzionale alla rotazione del potenziometro. La routine usata dall'Apple per eseguire le funzioni appena descritte si trova nel monitor a partire dalla locazione \$FB1E (vedi

di rumore è preferibile addirittura diminuire la resistenza ed aumentare ancora di più il condensatore. Infatti noi abbiamo usato un potenziometro a 10 giri (perché ha una linearità tipica di +/- 0.25 percento) da 100K, di cui viene usato in pratica un po' meno di un giro e perciò la resistenza non supera i 10K. Il condensatore è da 4.7 microfarad. I valori standard dell'Apple sono 150K per il potenziometro e 22 nanofarad per il condensatore. Dopo aver aumentato il tempo di carica bisogna modificare la routine includendo un contatore a 16 bit (vedi figura 3). Il principio di funzionamento è identico, solo che ora ogni volta che il registro Y "fa tutto il giro" viene incrementato il registro X, in maniera che alla fine della conversione il registro X contiene il byte più significativo mentre il registro Y contiene il byte meno significativo.

Con queste due modifiche abbiamo una risoluzione di circa 1500 punti per una rotazione di 180 gradi e quindi la risoluzione con un braccio da 150 mm è di meno di mezzo millimetro, sufficiente per individuare uno qualsiasi dei 50000 punti dell'Apple.

A questo punto è doverosa una precisazione importante. Finora si è parlato di risoluzione e non di precisione assoluta. Il termine risoluzione si riferisce alla capacità di distinguere due punti molto vicini, mentre la precisione assoluta si riferisce alla precisione della coordinata assoluta di un punto. In pratica se prendiamo come origine il punto 0,0 (in alto a sinistra) e spostiamo il braccio 100 mm a destra e 100 mm in giù, la nuova coordinata deve essere 100,100. Poiché c'è una leggera non-linearità nei due potenziometri e nel convertitore analogico/digitale, il nuovo punto non sarà necessariamente 100,100, ma potrebbe essere 99,99 oppure 101,101. Questa è semplicemente una conferma della vecchia legge che per ottenere una altissima precisione assoluta è necessario usare dei componenti ultraprecisi e costosi. Ciò che è importante, in questo contesto, è che la risoluzione è comunque sufficiente per definire uno qualsiasi dei punti dello schermo dell'Apple. In pratica la precisione assoluta è di circa 1 per cento; più che sufficiente per l'applicazione principale di questa tavoletta grafica, cioè quella di poter creare con grande facilità dei disegni da include-



Due esempi dell'uso delle lettere ottenute dai set di caratteri del TOOLKIT, che verranno pubblicati nel corso dei prossimi articoli.



re, ad esempio, come logo dei vostri programmi.

Trasformazione in coordinate Cartesiane

Per trasformare i valori di rotazione dei potenziometri in coordinate cartesiane da usare con i comandi HPLLOT dell'Apple-soft ci serviamo di un po' di trigonometria elementare. Con riferimento al diagramma riportato nella figura 4 possiamo dedurre che le coordinate del punto X_1, Y_1 (la posizione del potenziometro mobile rispetto a quello fisso) sono date da $X_1 =$

Descrizione del programma

60000-60250 Inizializzazione variabili

60110 Calcolo di 128 valori di $\cos(I)$ e $\sin(I)$ da usare in seguito per il tracciamento veloce dei cerchi e degli archi.

60120 Z0, Z1, V0 e V1 sono le costanti ricavate dal programma di calibrazione e salvate nel file PADDLE.CODE nelle locazioni 797-804.

60130, 60140 Definizione di costanti usate con POKE per la scelta della pagina grafica, testo, misto (graf.+testo), HGR1, HGR2, SW è la locazione dell'interruttore che è collegato in parallelo al tasto dello SHIFT.

60200 Default values. Cioè i valori di partenza come colore bianco, fattore di scala 1, limiti dello schermo 0,0,279,191 etc.

800-930 Scelta del menù

810 CALL 54915 esegue una routine Apple-soft che "pulisce" lo STACK. Ogni volta che viene eseguita una chiamata ad una subroutine con GOSUB l'indirizzo di ritorno viene depositato nello STACK, e successivamente tolto quando viene incontrata l'istruzione RETURN. Se invece si salta brutalmente con un GOTO ad un'altra subroutine senza passare prima per RETURN, succede che l'indirizzo di ritorno rimane nello STACK e se questa operazione viene ripetuta troppe volte lo STACK si riempie causando un errore del tipo OUT OF MEMORY. Questo succede anche se si esce ripetutamente da un FOR-NEXT loop senza passare per il NEXT. Per evitare questa inconvenienza un CALL 54915 pulisce lo STACK togliendo tutti gli indirizzi di ritorno non utilizzati.

840 La subroutine a 40 serve per l'acquisizione e la conversione delle coordinate. Se il valore dell'ordinata (Y_0) è minore di 63 vuol dire che il puntale è nell'area del menù. Si calcola N_0 , un numero da 1 a 42, corrispondente alla funzione desiderata e $AS(N_0)$ che contiene il nome della funzione viene visualizzato in basso a sinistra dello schermo.

870 PL è un flag che determina se è stato premuto il pulsante. Dopo una chiamata alla subroutine in riga 180, PL = 1 se è stato premuto, ed altrimenti PL = 0.

920 Eseguire routine relativa alla funzione selezionata (N_0).

90-150 Subroutine del cursore.

Dopo aver acquisito le coordinate di X_0 e Y_0 , tramite la subroutine in riga 40 si passa alla subroutine di delimitazione e scalatura in riga 270 e successivamente viene plottato lo SHAPE numero 1 che è appunto una crocetta. Da notare che viene plottato usando l'istruzione XDRAW che inverte il colore del punto plottato, cioè se il punto sotto il cursore è bianco viene plottato un punto nero e viceversa. In questo modo il cursore sarà sempre visibile, e successivamente dopo la prossima acquisizione, può essere plottato un'altra volta con XDRAW allo stesso punto, così cancellandosi prima del plottaggio alla nuova coordinata. Questo processo continua finché non è premuto il pulsante, cioè quando PL = 1.

Funzioni DOT, LINE, FRAME e BOX

34010 DOT. Acquisizione del punto X_0 ,

Y_0 attraverso la subroutine del cursore, ed il successivo plottaggio con il colore prescelto.

33020 LINE. La subroutine in riga 390 è usata per l'acquisizione di due punti X_0, Y_0 e X_1, Y_1 . HPLLOT X_1, Y_1 TO X_0, Y_0 traccia la linea.

32020 FRAME. Estensione della funzione LINE per congiungere i quattro punti definiti dai due punti X_1, Y_1 e X_0, Y_0 situati negli angoli diagonali.

31030 BOX. Questa funzione è simile alla precedente, ma produce un rettangolo pieno (del colore prescelto). La funzione $SGN(Y_1 + .1 - Y_0)$ serve per stabilire uno STEP positivo o negativo a seconda se $Y_1 > Y_0$ o se $Y_1 < Y_0$ per un corretto plottaggio indipendentemente dall'ordine in cui vengono immessi i due punti.

35000-35040 DRAW. Il primo punto viene plottato ed il flag FL settato. I prossimi punti vengono uniti ai precedenti con HPLLOT TO X_0, Y_0 in modo da creare una curva continua. Per spostare il cursore senza plottare si preme il pulsante che resetta il flag e torna in modo cursore.

Scelta del colore

36010 Generazione di 8 zone di colore sullo schermo in bassa risoluzione.

36020-36050 Acquisizione e conversione di coordinate in bassa risoluzione.

36060 Plottaggio del "cursore" in colore diverso da quello relativo alla posizione del cursore.

36070 Ripristino della pagina grafica ad alta risoluzione e scelta del colore tramite tabella di corrispondenza tra colori alta e bassa risoluzione (CL(I)).

Catalog, Load e Save

18000-18020 Routine di CATALOG. Alla fine premere il pulsante per continuare il programma.

16000-16050 Routine di LOAD. Notare l'uso di ONERR GOTO che evita che il programma si blocchi in caso di file non esistente sul disco.

17000-17060 Routine di SAVE. L'istruzione VERIFY è stata usata per controllare se esiste già un file con il nome richiesto e in caso affermativo dà la possibilità di cambiare il nome del file prima di salvarlo per evitare la cancellazione del file precedente.

Tutti i file relativi al dump dello schermo hanno il prefisso PIC; perciò se si desidera caricare un disegno non creato con la tavoletta grafica bisogna cambiare il suo nome precedendolo con il prefisso PIC. Ad esempio il file LOGO deve essere cambiato in PIC.LOGO prima di poterlo caricare dal programma.

Clear Screen

13000-13020 L'ultima funzione presentata questo mese è il Clear Screen che serve ovviamente per pulire lo schermo, eseguendo un HGR. Prima, però viene chiesta la conferma e basta dire No per tornare al programma senza cancellare nulla.

Calibrazione

Poiché il convertitore analogico/digitale dell'Apple si basa sul tempo di carica di un condensatore, le sue caratteristiche variano leggermente da un Apple all'altro, e perciò è necessario calibrare la tavoletta grafica prima di poterla usare. La procedura di calibrazione è estremamente semplice, trattandosi di porre i bracci in due posizioni precise e premere il pulsante tra una posizione e l'altra. Il programma di calibrazione è riportato in figura 8. Prima di farlo girare bisogna aver inserito i dati relativi ai due programmi in linguaggio macchina (fig. 3 e 7), e averli salvati sullo stesso disco, con il nome PADDLE.CODE. La prima posizione è con il braccio verso sinistra con il braccio fisso orizzontale e il braccio mobile verticale. La seconda posizione è invece a destra, sempre con il braccio fisso orizzontale e quello mobile in posizione verticale. In questo modo tutti e due i bracci sono ruotati di esattamente 180 gradi, facilitando il calcolo del fattore di conversione. Per quei lettori che, per un motivo o l'altro, preferiscono costruire la tavoletta da soli, occorre una regolazione dei potenziometri prima di effettuare la calibrazione descritta sopra. Come abbiamo già detto, i potenziometri sono da 10 giri, ma in realtà viene usato solo un po' meno di un giro, e perciò è necessario che vengano montati in modo da usare la parte giusta della corsa. La procedura è la seguente: si fa girare il programma di calibrazione, e con i bracci nella posizione 1 si allentano le viti che fissano i potenziometri e con un giravite si girano i perni dei potenziometri fino a portare il valore di lettura, visualizzato come PDL(0) e PDL(1) in basso dello schermo, a zero. Notare come uno dei potenziometri vada girato in senso orario mentre l'altro in senso antiorario. Poi si aumentano i potenziometri fino ad ottenere un valore di circa 3000 per il potenziometro fisso (PDL(0)) e circa 1500 per il potenziometro mobile (PDL(1)). A questo punto si fissano i potenziometri stringendo le viti e si può procedere alla procedura di calibrazione vera e propria. Le tavolette grafiche acquistate direttamente da noi saranno già collaudate e perciò sarà sufficiente la normale calibrazione.

Poiché la precisione della tavoletta grafica dipende in primo grado dai valori calcolati dal programma di calibrazione, raccomandiamo la massima cura durante questa operazione.

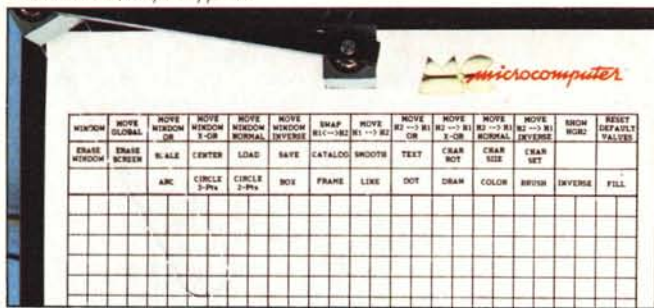


```

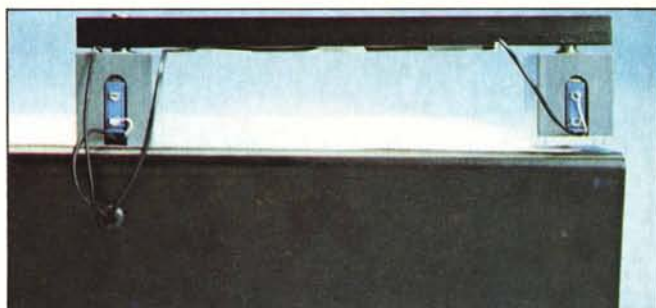
10 REM *****
20 REM **
30 REM **   PROGRAMMA DI CALIBRAZIONE
40 REM **
50 REM **           COPYRIGHT 1982
60 REM **
70 REM **           BO ARNKLIT
80 REM **
90 REM *****
100 B$ = CHR$(7):D$ = CHR$(13) + CHR$(4)
110 PRINT D$;"BLOADPADDLE.CODE"
120 HOME : PRINT "POSIZIONE 1"
130 A = 10:B = 10
140 GOSUB 380
150 GOSUB 310: IF PEEK(49251) < 128 THEN 170
160 GOTO 150
170 Z0 = P0:Z1 = P1
180 HOME : PRINT B$;"POSIZIONE 2"
190 A = 20:B = 30: GOSUB 380
200 IF PEEK(49251) < 128 THEN 200
210 GOSUB 310: IF PEEK(49251) < 128 THEN 230
220 GOTO 210
230 V0 = Z0 - P0:V1 = P1 - Z1:Z1 = Z1 - V1 / 2
240 PRINT Z0,Z1,V0,V1
250 A = Z0:AD = 797: GOSUB 370
260 A = Z1:AD = 799: GOSUB 370
270 A = V0:AD = 801: GOSUB 370
280 A = V1:AD = 803: GOSUB 370
290 PRINT D$;"BSAVEPADDLE.CODE,A#300,L$CF"
300 END
310 POKE 779,100: CALL 768:P0 = 256 * PEEK(13) + PEEK(12)
320 FOR T = 1 TO 50: NEXT
330 POKE 779,101: CALL 768:P1 = 256 * PEEK(13) + PEEK(12)
340 FOR T = 1 TO 50: NEXT
350 VTAB 23: PRINT "Pdl(0)= ";P0;"   Pdl(1)= ";P1;"   "
360 RETURN
370 H% = A / 256:L% = A - 256 * H%: POKE AD,L%: POKE AD + 1,H%: RETURN
380 VTAB 4: HTAB 8: FOR I = 1 TO 24: PRINT "-"; NEXT
390 VTAB 20: HTAB 8: FOR I = 1 TO 24: PRINT "-"; NEXT
400 FOR I = 4 TO 20: VTAB (I): HTAB 8: PRINT "!"; HTAB 32: PRINT "!"; NEXT
410 VTAB 6: HTAB (A): PRINT "O"; FOR I = 1 TO 9: PRINT "-"; NEXT : PRINT "O"
420 FOR I = 7 TO 13: VTAB (I): HTAB (B): PRINT "!"; NEXT
430 FLASH
440 VTAB 14: HTAB (B): PRINT "X"
450 NORMAL
460 VTAB 21: PRINT "Premi pulsante...."
470 RETURN

```

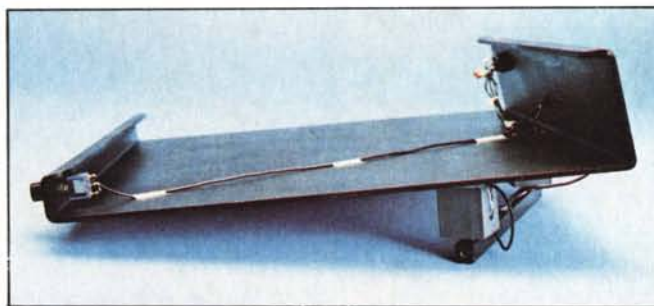
Figura 8 — Listato del programma di calibrazione.



Il menu della tavoletta grafica con le 38 funzioni.



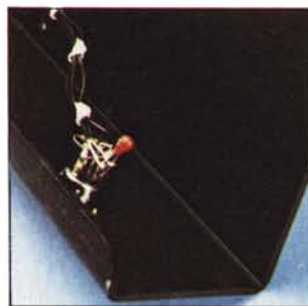
Particolare dei collegamenti ai due potenziometri.



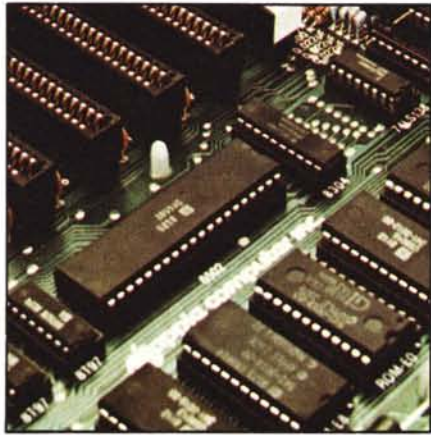
La base della tavoletta in alluminio anodizzata nera e piegata.



Particolare del connettore DIN a 5 poli con i due condensatori e la resistenza.



I potenziometri di precisione prima del montaggio.



Particolare del collegamento allo zocchetto dei PADDLE.



Esempio di disegno che sfrutta le funzioni presentate in questo articolo.

$L \cdot \cos(\alpha)$ e $Y1 = L \cdot \sin(\alpha)$ dove L è la lunghezza del braccio ed α è l'angolo tra il braccio ed una linea orizzontale. Nella stessa maniera le coordinate del punto $X2$, $Y2$ (il punto di plottaggio), sempre rispetto al potenziometro fisso, sono rispettivamente $X2 = L \cdot \cos(\beta) - X1$ e $Y2 = L \cdot \sin(\beta) + Y1$. Semplificando abbiamo:

$$X2 = L(\cos(\beta) - \cos(\alpha))$$

$$Y2 = L(\sin(\beta) + \sin(\alpha))$$

Purtroppo non abbiamo direttamente l'angolo β , bensì l'angolo (γ) compreso tra i due bracci. Sempre dalla trigonometria elementare sappiamo però che $(\beta) = (\gamma) - (\alpha)$. Sostituendo nelle due equazioni di sopra otteniamo:

$$X2 = L(\cos(\gamma - \alpha) - \cos(\alpha))$$

$$Y2 = L(\sin(\gamma - \alpha) + \sin(\alpha))$$

Ora non ci resta che esprimere α e γ in termini del valore della resistenza ottenuta con la routine in linguaggio macchina:

$$\alpha = (Z0 - PDL(0)) \cdot PZ$$

$\gamma = (PDL(1) - Z1) \cdot PY - \alpha$ dove $PDL(0)$ e $PDL(1)$ sono i valori dei due potenziometri, PZ e PY sono delle costanti calcolate dal programma di calibrazione, che si riferiscono alla conversione da resistenza in radianti. Le costanti $Z0$ e $Z1$ sono i valori della resistenza con i bracci in posizione orizzontale. Anche queste derivano dal programma di calibrazione.

Software

Il programma della tavoletta grafica, riportato in figura 5, è costituito da quattro sezioni: inizializzazione variabili, scelta del menù, subroutine per la lettura e la conversione delle coordinate ed infine la sezione della implementazione delle varie funzioni. Poiché questo programma, nel corso dei prossimi articoli, diventerà piuttosto grande, e poiché vengono usate tutte e due le pagine grafiche dell'Apple, bisogna servirsi di un

piccolo trucco per caricare il programma 'sopra' la seconda pagina grafica, cioè a partire da \$6000 e non da \$0800 come avviene normalmente. In questo modo abbiamo a disposizione da \$6000 a \$9600 ossia \$3600 bytes in esadecimale (circa 14K) per il programma, contro i circa 7K normalmente a disposizione con il programma a \$800 e limitato dalla prima pagina grafica che inizia a \$2000. Il trucco consiste nell'eseguire i seguenti tre POKE prima di caricare il programma da disco:

POKE 103,1:POKE 104,96:POKE 24576,0

Questi tre POKE possono essere inclusi direttamente nel programma HELLO, oppure in un programma (chiamato ad esempio STARTER) che dopo aver eseguito i tre POKE carica il programma della tavoletta grafica. Vedi il programma HELLO riportato nella figura 6.

Inoltre è stato usato un piccolo programma in linguaggio macchina per la 'lettura'

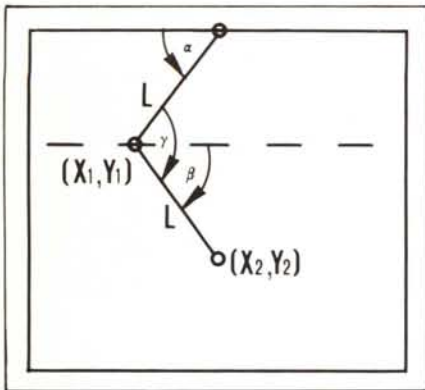
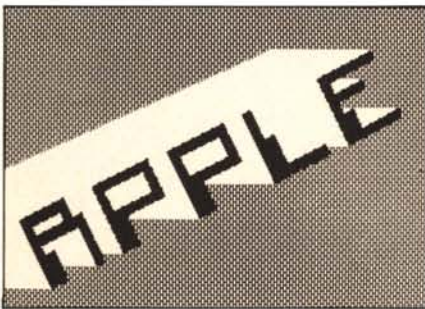
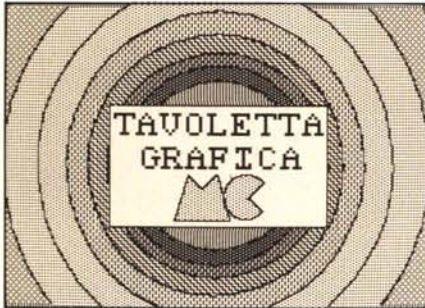


Figura 4 — Modello matematico della tavoletta grafica.



della posizione dei due bracci, ed infine i dati che compongono lo SHAPE TABLE relativo al cursore ed il BRUSH (che sarà pubblicato nel prossimo numero). Il listato della routine di lettura dei potenziometri è riportato in figura 3, sia in forma disassemblata che in forma di byte esadecimali. Il listato dei dati del cursore è riportato in figura 7. Questi due programmi vanno inseriti in memoria

VOUOI ACQUISTARE LA TAVOLETTA GRAFICA?

Puoi acquistarla presso la nostra casa editrice.

Il prezzo è di L. 195.000
(compresa IVA, imballo e spedizione)

La tavoletta viene fornita completamente montata, calibrata e collaudata; è compreso il piano di lavoro con il menù su foglio di cartoncino plastificato (cioè come la copertina della rivista) e un dischetto con TUTTO il software, non solo quello presentato in queste pagine ma anche quello che seguirà nei prossimi numeri.

Il pagamento può essere effettuato tramite conto corrente postale n. 14414007 intestato a Technimedia s.r.l., Via Valsolda 135, 00141 Roma o vaglia postale (in entrambi i casi compilate esattamente la causale del versamento e non inviate ulteriori comunicazioni postali). Per una maggiore rapidità, potete inviarci una lettera con allegato assegno di c/c bancario o circolare intestato a Technimedia s.r.l. Infine, potete acquistarla direttamente presso i nostri uffici di Roma o in occasione di qualche mostra.

direttamente dal monitor, al quale si accede con un CALL 151. Dopo aver inserito i dati, (i primi a partire da \$300 e gli altri a partire da \$3B1) si salva il tutto scrivendo BSAVE PADDLE.CODE, AS300, L\$CF (RETURN).

Uso della tavoletta

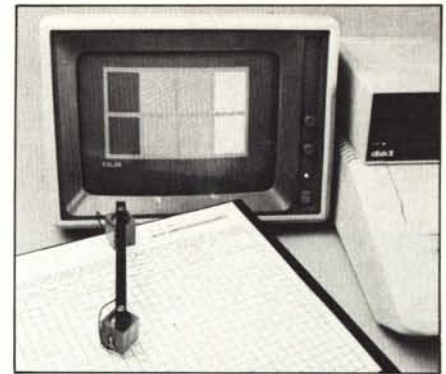
Dopo aver calibrato il sistema (vedi riquadro) possiamo far girare il programma della tavoletta grafica. Apparirà sullo schermo una crocetta lampeggiante in corrispondenza della posizione del braccio. Spostando quest'ultimo nell'area del menù apparirà in

```
5 REM PROGRAMMA HELLO
10 POKE 103,1: POKE 104,94: POKE 24576,0
20 PRINT CHR$(4);"RUNTAVOLETTA GRAFICA"
```

Figura 6 — Listato del programma HELLO con i tre POKE necessari per spostare in alto l'inizio del programma.

fondo allo schermo la funzione relativa alla posizione del braccio. Localizzata la funzione desiderata si preme il pulsante e l'Apple emette un BEEP per confermare la scelta. Scegliamo ad esempio la funzione FRAME, cioè il tracciamento di un rettangolo dati i due punti sulla diagonale, portando il braccio sopra la scritta FRAME e premendo il pulsante. Poi portiamo il braccio nell'area di

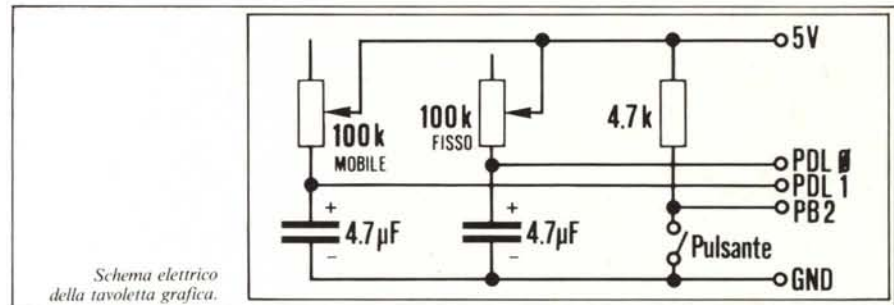
mo appaiono 8 aree colorate e per scegliere il colore non ci resta altro che portare il cursore dentro all'area desiderata e premere di nuovo il pulsante. A questo punto si torna allo schermo in alta risoluzione con la fun-



La scelta del colore avviene scegliendo uno degli otto rettangoli colorati che compariranno sul video quando viene selezionata la funzione COLOR.

```
3E1- 02 00 06 00 14 00 12
03E8- 12 24 24 20 24 D4 9A D3
03C0- 2A 2D 0D 2D 2D 00 36 27
03CB- 2C 35 3E 00 37 38 00 39
*
```

Figura 7 — Dati esadecimali relativi allo SHAPE TABLE usato per il cursore.



Schema elettrico della tavoletta grafica.

plottaggio e vediamo riapparire il cursore (la crocetta lampeggiante) e lo portiamo in corrispondenza di un angolo del rettangolo che vogliamo tracciare e premiamo il pulsante. Poi spostiamo il cursore all'angolo opposto e non appena premiamo il pulsante viene tracciato il rettangolo. Volendo cambiare il colore basta portare il braccio sopra la scritta COLOR e premere il pulsante. Sullo scher-

zione precedentemente scelta ancora in funzione: nel nostro caso, quindi, la funzione FRAME.

Compilazione del programma

Se avete a disposizione il compilatore TASC della Microsoft potete divertirvi a compilare il programma che girerà molto più velocemente. Usando il TASC è possibile lavorare con i numeri interi, anche nell'interno di FOR NEXT LOOP, e la riga 10 serve appunto per dichiarare questi interi. La riga 20 deve essere cambiata in CT = 10 per aumentare la durata dei loop di temporizzazione che altrimenti sarebbero troppo brevi. Poiché il programma adopera tutte e due le pagine di grafica ad alta risoluzione bisogna riservare l'area di memoria da \$2000 a \$6000, rispondendo semplicemente HGR2 alla richiesta dell'inizio programma proposto dal compilatore TASC nella sezione MEMORY USAGE.

Conclusione

Appuntamento, dunque, al prossimo mese per un altro po' di software per la nostra tavoletta.