IMPARARE A GESTIRE LA PORTA PARALLELA

Da oggi non sarà più un problema sfruttare le potenzialità della porta parallela di un computer, perché vi spiegheremo tutti i meccanismi per usarla nel migliore dei modi

Paolo Sbrana - 1ª parte

Da quando il computer è entrato nella maggior parte delle case degli italiani, si sta cercando di sfruttarlo in ogni modo possibile, assegnandogli compiti di scrittura, segnalazione, gestione di allarmi e di periferiche, controllo di processi più o meno automatizzati ecc.

Per dialogare con questa "scatola", ci sono due vie principali denominate "porta seriale" e "porta parallela". Per la prima però, dobbiamo nel 99% dei casi abbinare almeno un microcontroller per gestire la comunicazione asincrona, con conseguente aumento della complessità circuitale.

Per la porta parallela, invece, è possibile adottare un hardware veramente minimo unito ad un software ancora più semplice.

Lo scopo di questa serie di articoli è infatti far capire come sfruttare al meglio la porta parallela, anche per chi non ha molta conoscenza di linguaggi di programmazione.

Fondamentalmente, vedremo come sia possibile ottenere delle uscite digitali, eventuali uscite analogiche e ingressi digitali.

In questa prima parte, avremo modo di interfacciare un integrato generatore di DTMF (Dual Tone Multi Frequency) e successivamente dei Led o dei relè per le più svariate applicazioni.

La generazione dei toni DTMF

Abbiamo già proposto in passato dei circuiti che consentivano di gestire toni DTMF attraverso il computer, ma attraverso la porta seriale e quindi con in più almeno un chip dedicato al colloquio.

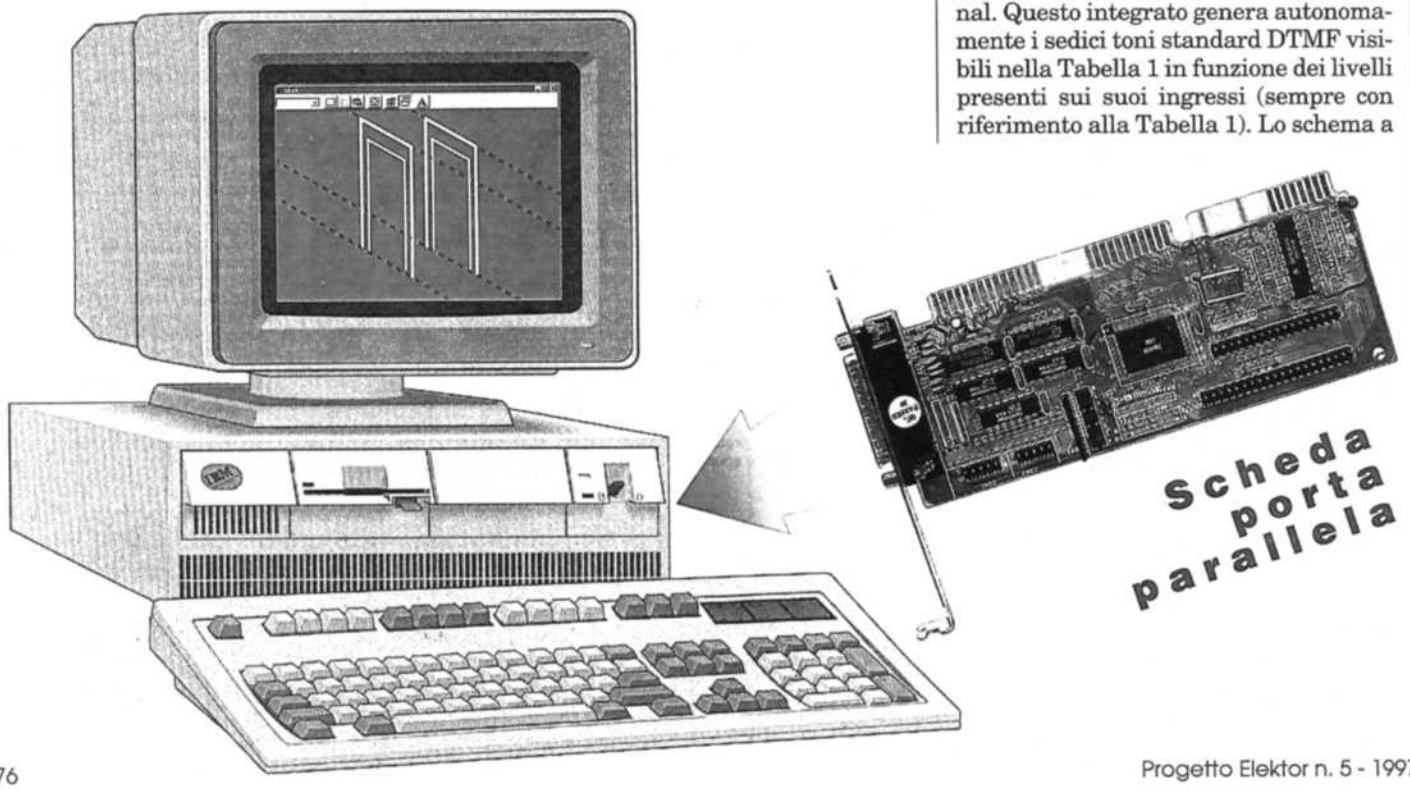
Prima di andare a vedere la nostra ultima soluzione però, dobbiamo spiegare che è possibile paragonare la porta parallela di un computer all'integrato SN74374, ovvero ad un latch ad 8 vie (per quanto riguarda la sezione di output).

Con il software, possiamo modificare il valore di questi latch quando vogliamo, con l'unica restrizione della velocità strettamente correlata alla "potenza" del computer impiegato.

A parità di caratteristiche del 74374, non è possibile modificare solo il valore di una singola uscita, ma devono essere riscritti sulla porta sempre 8 bit.

Detto questo, andiamo a vedere in Figura 1 lo schema relativo alla nostra prima applicazione della porta parallela.

I segnali dei dati e di controllo vengono prelevati direttamente dai pin relativi ai dati di uscita della parallela (D0, D1,...D7) ed inviati sul chip TP5088 della National. Questo integrato genera autonomamente i sedici toni standard DTMF visibili nella Tabella 1 in funzione dei livelli presenti sui suoi ingressi (sempre con riferimento alla Tabella 1). Lo schema a



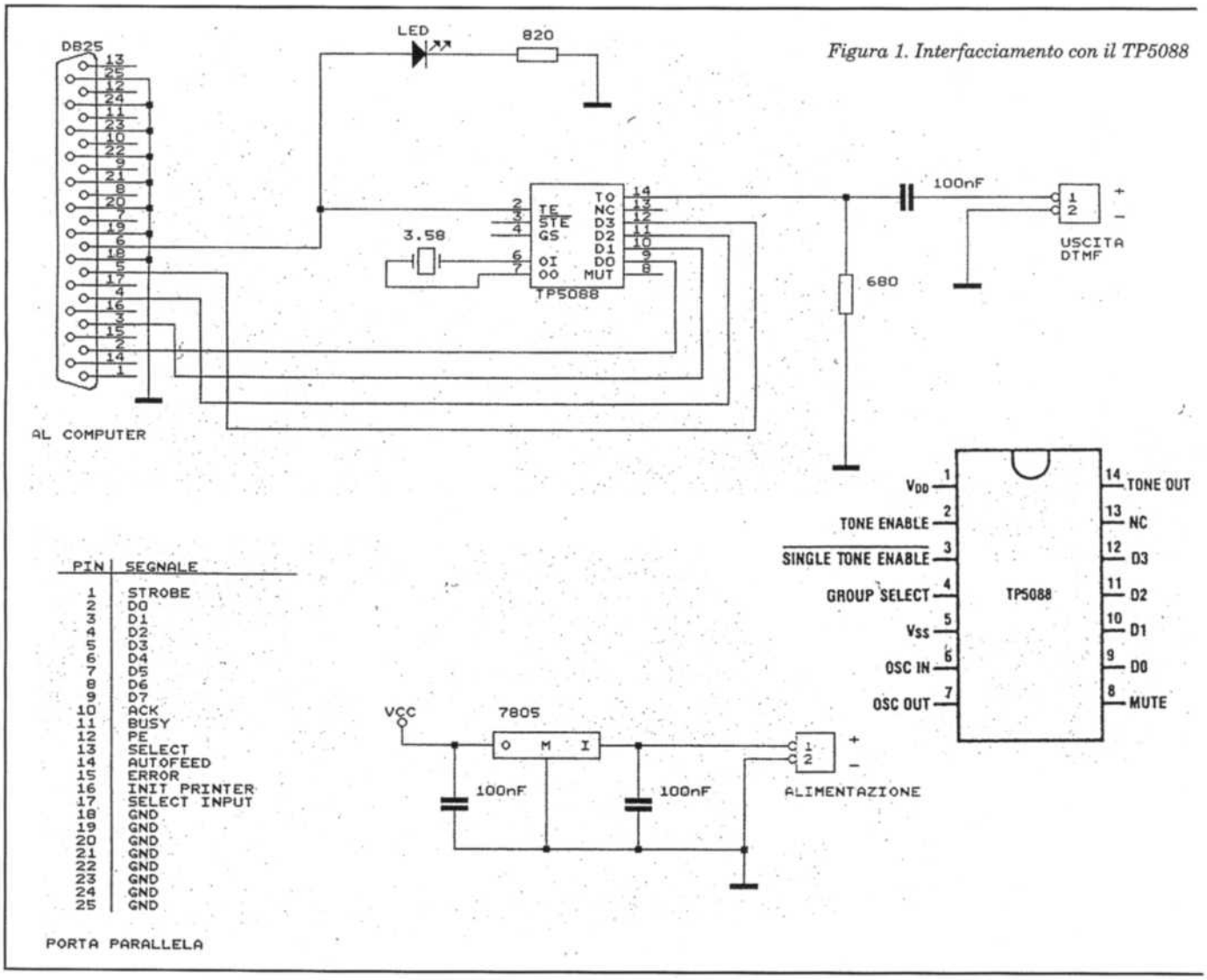


Figura 1. Interfacciamento con il TP5088

Tabella 1. Relazione tra toni DTMF e frequenze

Keyboard Equivalent	Data Inputs				TONE ENABLE	TONES OUT		MUTE
	D3	D2	D1	D0		f_L (Hz)	f_H(Hz)	
X	X	X	X	X	0	0V	0V	0V
1	0	0	0	1	⎍	697	1209	O/C
2	0	0	1	0	⎍	697	1336	O/C
3	0	0	1	1	⎍	697	1477	O/C
4	0	1	0	0	⎍	770	1209	O/C
5	0	1	0	1	⎍	770	1336	O/C
6	0	1	1	0	⎍	770	1477	O/C
7	0	1	1	1	⎍	852	1209	O/C
8	1	0	0	0	⎍	852	1336	O/C
9	1	0	0	1	⎍	852	1477	O/C
0	1	0	1	0	⎍	941	1336	O/C
*	1	0	1	1	⎍	941	1209	O/C
#	1	1	0	0	⎍	941	1477	O/C
A	1	1	0	1	⎍	697	1633	O/C
B	1	1	1	0	⎍	770	1633	O/C
C	1	1	1	1	⎍	852	1633	O/C
D	0	0	0	0	⎍	941	1633	O/C

blocchi di tale chip è visibile in Figura 1: un oscillatore interno controllato da u quarzo esterno da 3,579545 MHz, u data latch in cui memorizzare i bit d ingresso, due gruppi identici struttura mente ma con valori diversi che genera no le frequenze DTMF impostate, un sezione per il controllo del MUTE infine uno stadio amplificatore di uscit comandato da un segnale di abilitazion esterno (lo stesso che controlla il latc dei dati d'ingresso).

Per far generare allora un tono DTMF è necessario impostargli il valore relat vo al tono prescelto sugli ingressi D0 D1, D2 e D3 e poi portare ad alto livell il pin 2 (Tone Enable). Per tutto il temp in cui questo pin viene tenuto ad alt livello, sull'uscita 14 sarà presente i tono DTMF impostato.

Vediamo, quindi, il piccolo program ma denominato TP5088.C che propo niamo (PROGRAMMA 1). Come si ved è un programma scritto in linguaggio "C

PROGRAMMA 1

```
/
*#############################################################*/
/*   GESTIONE DELLA PORTA PARALLELA PER INVIO DI TONI
DTMF   */
/
*#############################################################*/
#include <dos.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>

#define LPT1 0x378 /* indirizzo stampante */

#define TONOOFF 0x00 /* disattiva tono DTMF */
#define TONOON  0x10 /* attiva tono DTMF */

typedef unsigned char BYTE;

int main(int argc, char *argv[])
{     int i;

      outp(LPT1,TONOOFF); /* disabilita tono DTMF */
      for(i=0;i<=0x0f;i++) /* ciclo dal carattere D al C */
      {
            outp(LPT1,i); /* predispone tono da inviare */
            delay(1); /* attesa 1 ms */
            outp(LPT1,TONOONIi);      /* attiva tono */
            delay(100);         /* attesa 100 ms */
            outp(LPT1,TONOOFF);     /* disattiva tono */
            delay(100);         /* attesa 100 ms */
      }
      return 0;
}
```

PROGRAMMA 2

```
/
*#############################################################*/
/*   GESTIONE DELLA PORTA PARALLELA PER CONTROLLO LED
*/
/
*#############################################################*/
#include <dos.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>

#define LPT1 0x378 /* indirizzo stampante */

#define LEDOFF 0x00 /* spegni tutti led */

typedef unsigned char BYTE;

int main(int argc, char *argv[])
{     int i;

      outp(LPT1,LEDOFF); /* spegni tutti i led */
      for(i=1;i<=0x80;i*=2) /* accendo dal led 1 al led 8 */
      {
            outp(LPT1,i);       /* accende led */
            delay(200);         /* attesa 200 ms */
      }
      outp(LPT1,LEDOFF); /* spegni tutti i led */
      return 0;
}
```

e compilato con Borland 3.0 in italiano. Tale scelta è stata dettata dal fatto che ormai in molti conoscono tale linguaggio ed in particolar modo è molto facile scrivere sulla porta parallela.

Infatti, se si vanno a contare le righe di programmazione effettiva, notiamo che sono solamente 9!

L'effetto di questo programma è far generare tutti i toni DTMF a partire dal D(0h) per arrivare al C(fh) con durata di 100 ms ciascuno e pausa tra toni di altri 100ms. Per variare questi valori o per ottenere altri tipi di gestione, sarà sufficiente modificare il programma.

Ad esempio, dopo aver eseguito qualche prova, non vi sarà difficile inserire anche un relè e così implementare un apparato che consenta di aprire e chiudere una linea telefonica e successivamente di comporre dei numeri sia in decadico che in multifrequenza.

Merita però soffermarci sul metodo impiegato per scrivere sulla porta il carattere DTMF da inviare: l'istruzione che si incarica di ciò è la "outp (LPT1, TONOON | i)". Per coloro che non conoscono affatto il linguaggio "C", diciamo che l'operatore "|" esegue l'OR tra i due operandi, che nel nostro caso sono il valore TONOON (0x10) e la variabile "i", che assumerà valori diversi compresi tra 0x0 e 0xf. Lo stesso risultato lo avremmo ottenuto anche scrivendo "outp (LPT1,TONO ON + i)", ovvero sommando i due singoli valori.

PROGRAMMA 3

```
/
*#############################################################*/
/*   COMPOSIZIONE DI UN NUMERO TELEFONICO IN PULSE
*/
/
*#############################################################*/
#include <dos.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>

#define LPT1 0x378 /* indirizzo stampante */

#define LINEAON 0x01 /* chiudi linea */
#define LINEAOFF 0x00 /* apri linea */

typedef unsigned char BYTE;

int main(int argc, char *argv[])
{     int i,j;

      char numero[20];

      sprintf(numero,"02660251\0");
      outp(LPT1,LINEAON); /* impegna linea */
      delay(2000);        /* attesa 2 secondi */
      for(i=0;i<strlen(numero);i++) /* compongo numero */
      {
            if(numero[i]==0)     /* se cifra = 0 */
                  numero[i]=10; /* inserisco 10 */
            for(j=0;j<numero[i];j++)
            {
```

Il controllo delle uscite

Proseguendo con i nostri esperimenti, vediamo come sia possibile comandare fino ad 8 carichi distinti collegandoci direttamente sulla porta parallela.

In Figura 3 possiamo vedere il semplicissimo circuito con cui andare a posizionare 8 Led sulla porta tramite 8 resistenze di limitazione della corrente. Ovviamente abbiamo scelto questo tipo di uscite per consentire a tutti una rapida realizzazione, ma sarà poi possibile controllare anche carichi di diverso tipo, come relè (vedi schema di Figura 4), triac, fotoaccoppiatori, ecc.

Analizziamo subito il programma LED.C scritto appositamente (PROGRAMMA 2). Anche in questo caso le righe scritte sono appena 6, per ottenere l'accensione di un Led alla volta a partire dal primo. Ovviamente, lo scopo di questo programma è quello di far capire a tutti le potenzialità della porta parallela e non di permettere la gestione di una macchina a controllo numerico, ma da qui è possibile partire anche per arrivare a soluzioni di questo tipo.

Una tra le applicazioni più frequentemente richieste, è il controllo di gruppi di luce, sia per manifestazioni ludiche

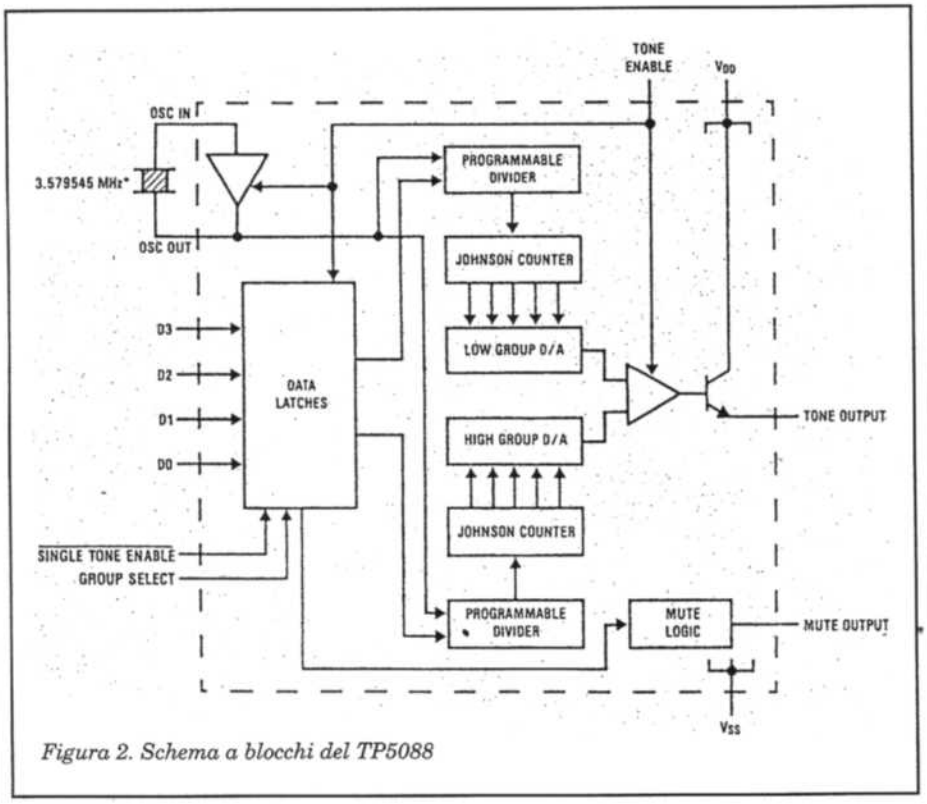


Figura 2. Schema a blocchi del TP5088

sia per avvenimenti più sobri. Scrivendo un programma di poche righe, è possibile implementare giochi di luce che non hanno niente da invidiare a quelli presenti sul mercato e gestiti con un microcontrollore: basta pensare alla sola possibilità di memorizzare su disco rigido o su floppy un numero quasi infinito di programmi oppure alla semplice programmabilità attraverso la tastiera ed il monitor.

Ma prima di passare alla prossima applicazione, vediamo come avviene l'accensione dei singoli Led in successione: il ciclo è controllato dalla variabile "i" che viene inizializzata con il valore 1. Al valore 1 corrisponde l'accensione del Led numero uno, poiché al valore 1 di un registro equivale avere un 1 al bit meno significativo e zero a tutti gli altri bit. Al contrario del programma precedente, al successivo giro nel loop, la variabile di controllo "i" non viene incrementata di 1, ma viene moltiplicata per 2. Ciò significa che il suo valore successivo sarà 2, con conseguente accensione del Led numero 2. Alla terza iterazione però, tale variabile diventa

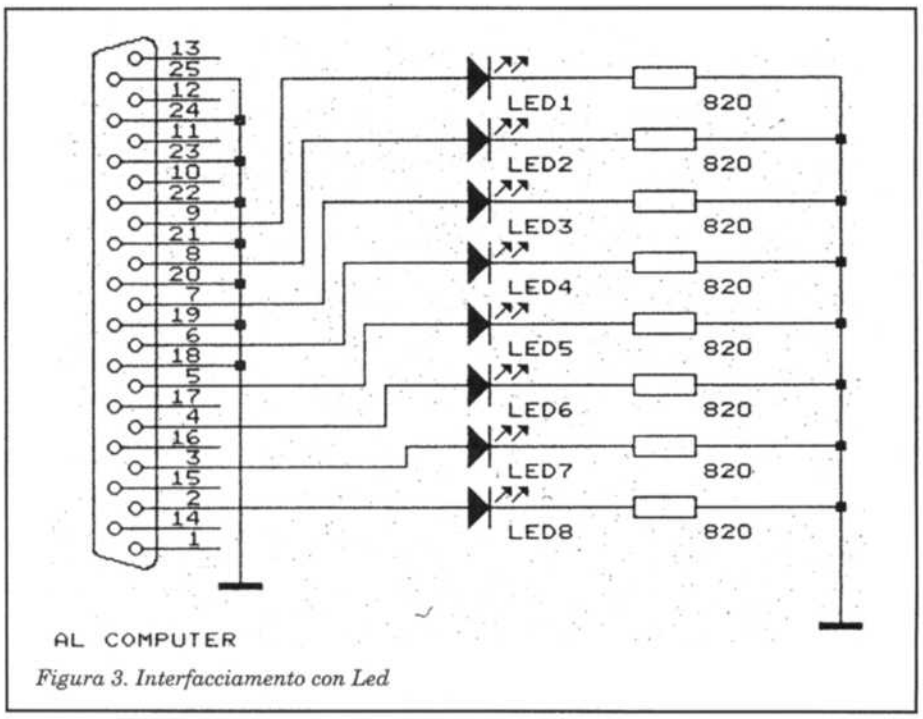


Figura 3. Interfacciamento con Led

non 3, ma 2*2 ovvero 4, facendo illuminare il Led 3 (perché al 4 corrisponde il numero binario 00000100). E così via fino al bit 7 in cui la variabile varrà 128 ossia 0x80 che in binario equivale al numero 10000000. Nel linguaggio però, sarebbe stato possibile sfruttare l'operatore di shift "<<", ovvero un operatore che consente di shiftare il contenuto di un registro. Abbiamo preferito la nostra soluzione per una portabilità dal "C" ad altri linguaggi come il BASIC, sprovvisti di tale operatore. Con la stessa semplicità con cui vengono gestite le lampade, è possibile pilotare qualsiasi altro carico. Tanto per fare un esempio, riportiamo ora il programma PULSE.C che consente la composizione di un numero telefonico in modalità decadica. Si intuisce che il relè che controlla la linea telefonica è quello collegato al D0 della porta parallela. Cerchiamo di capire il significato delle istruzioni: la "sprintf" inserisce nell'array "numero" la stringa posta tra virgolette e cioè il numero che successivamente verrà composto con le istruzioni "outp(LPT1, LINEAON)" e "outp(LPT1, LINEAOFF)" si chiude e si apre rispettivamente la linea telefonica.

Si noti che dopo la prima chiusura della linea si attendono 2 secondi necessari ad ottenere il segnale di libero dalla centrale. Poi troviamo due loop uno interno all'altro: il primo, controllato dalla variabile "i", cicla per un numero di volte pari al numero di cifre che compongono il numero da chiamare. Il secondo, controllato dalla variabile j, apre e chiude la linea con un rapporto di 60 e 40 ms in funzione della cifra corrispondente alla variabile del loop più esterno. Come vedete, chi lavora da anni solo con linguaggio BASIC, non avrà certamente problemi a programmare anche in "C", poiché a parte le inizializzazioni, la struttura dei programmi è abbastanza simile.

continua

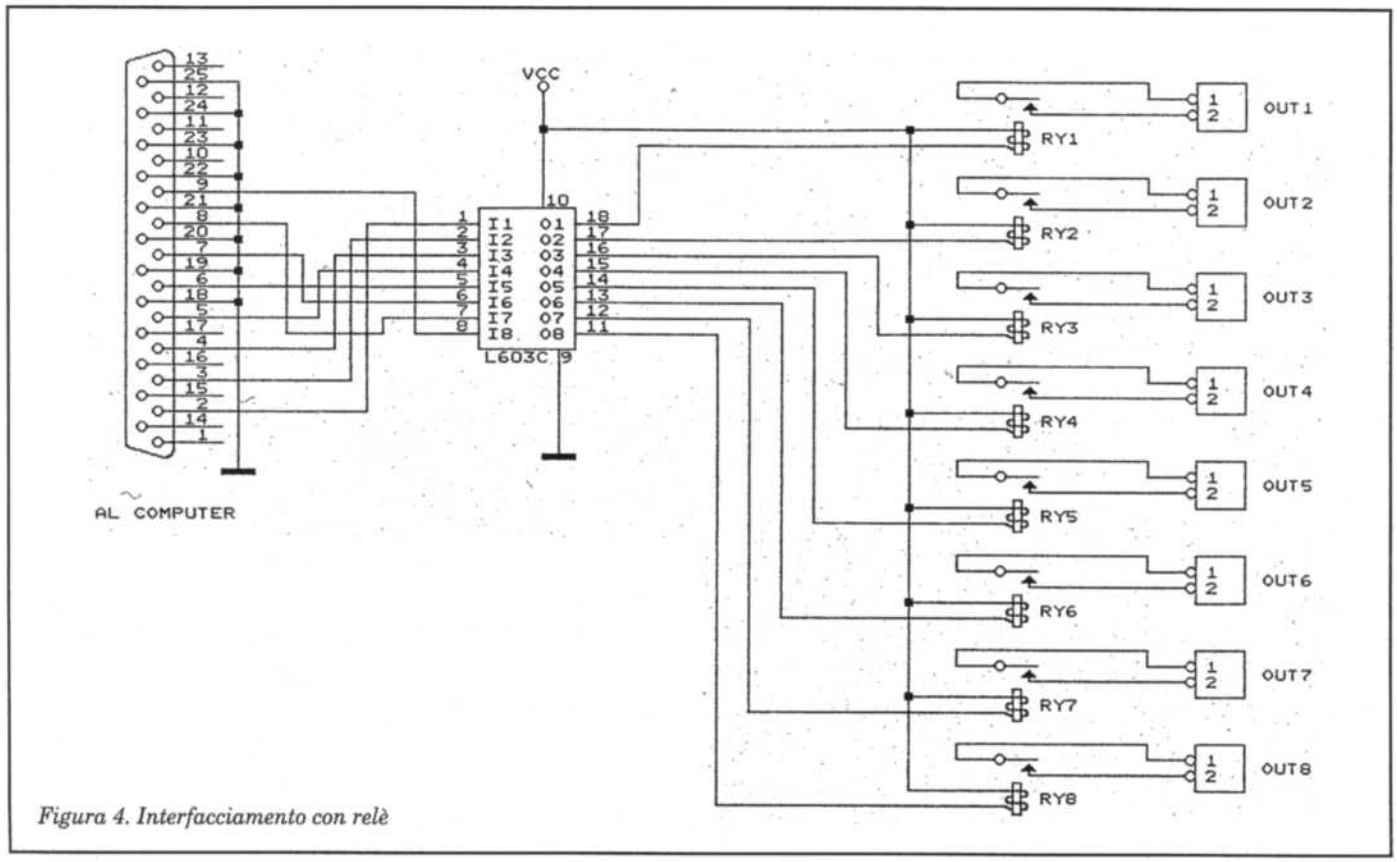


Figura 4. Interfacciamento con relè

IMPARARE A GESTIRE LA PORTA PARALLELA

Da oggi non sarà più un problema sfruttare le potenzialità della porta parallela di un computer, perché vi spiegheremo tutti i meccanismi per usarla nel migliore dei modi

Paolo Sbrana - 2ª parte

Come abbiamo già anticipato nel corso della precedente puntata, con la porta parallela di un personal computer non solo è possibile prelevare dei segnali di uscita, ma è altresì possibile monitorare fino a 4 segnali provenienti dall'esterno.

Per le caratteristiche elettriche della porta stessa, la limitazione è che tali segnali siano TTL compatibili, ovvero con tensione di zero o di cinque volt.

Anche in questo caso le applicazioni possibili sono tantissime e, alcune di queste, anche molto richieste.

Se ricordate, nel mese di aprile abbiamo proposto un analizzatore di stati logici implementato proprio sulla porta parallela con soli 4 diodi zener e otto resistenze: il funzionamento era tutto gestito da software, senza particolari accorgimenti hardware, ma nonostante ciò ha riscontrato un notevole successo, probabilmente per il suo costo esiguo.

Con le indicazioni che daremo tra poco, vi sveleremo quali sono le istruzioni base per poter realizzare uno strumento simile, in modo tale da permettere a chiunque di scrivere il "proprio" eseguibile, in funzione delle proprie esigenze di lavoro.

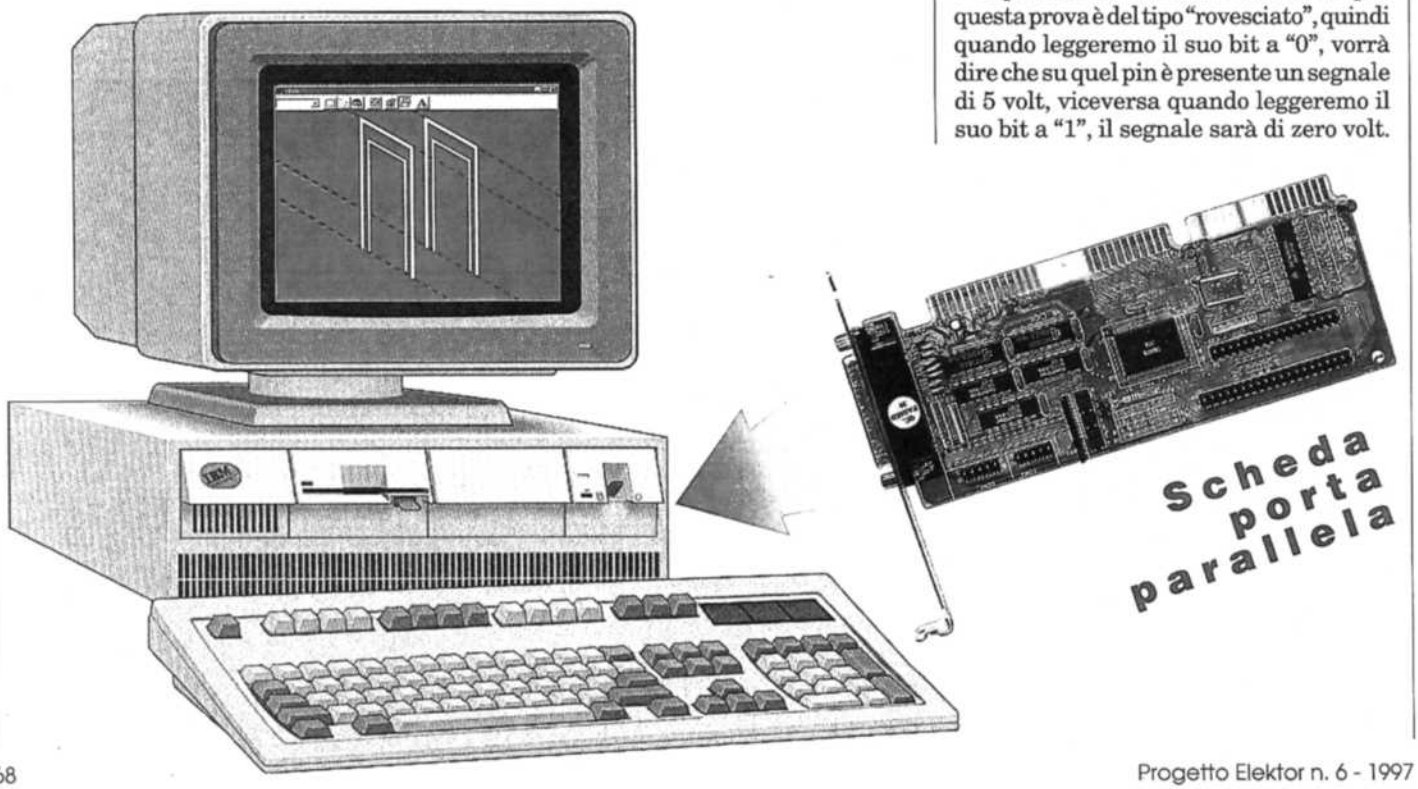
L'acquisizione di un segnale

Passiamo allora a vedere come si può leggere il livello di un segnale presente sulla porta parallela attraverso il software, aiutandoci con il semplice schema di Figura 5: un pulsante è collegato all'ingresso dell'acknoledge (pin 10).

Premendo il pulsante P1, il livello sul pin 10 andrà a 0 volt, rilasciandolo il livello salirà a 5 volt. Vediamo il software di interpretazione (Programma 4).

Prima di proseguire con la spiegazione del software, dobbiamo dire che dalla porta parallela è possibile prelevare lo stato di quattro segnali presenti sui pin 10, 11, 12 e 13. Questi quattro pin corrispondono rispettivamente ai segnali ACNOLEDGE, BUSY, OUT OF PAPER e SELECT presenti su quattro bit di un registro di stato della porta e quindi interrogabile da software. Di questi quattro segnali, due sono "diritti" e due "rovesciati", ovvero il loro stato è mappato sul registro di stato in modo diverso: i pin 10 e 11 se collegati a massa, settano i bit corrispondenti del registro di stato ad "1", mentre i pin 12 e 13 li settano a zero.

Il pin che noi abbiamo utilizzato per questa prova è del tipo "rovesciato", quindi quando leggeremo il suo bit a "0", vorrà dire che su quel pin è presente un segnale di 5 volt, viceversa quando leggeremo il suo bit a "1", il segnale sarà di zero volt.



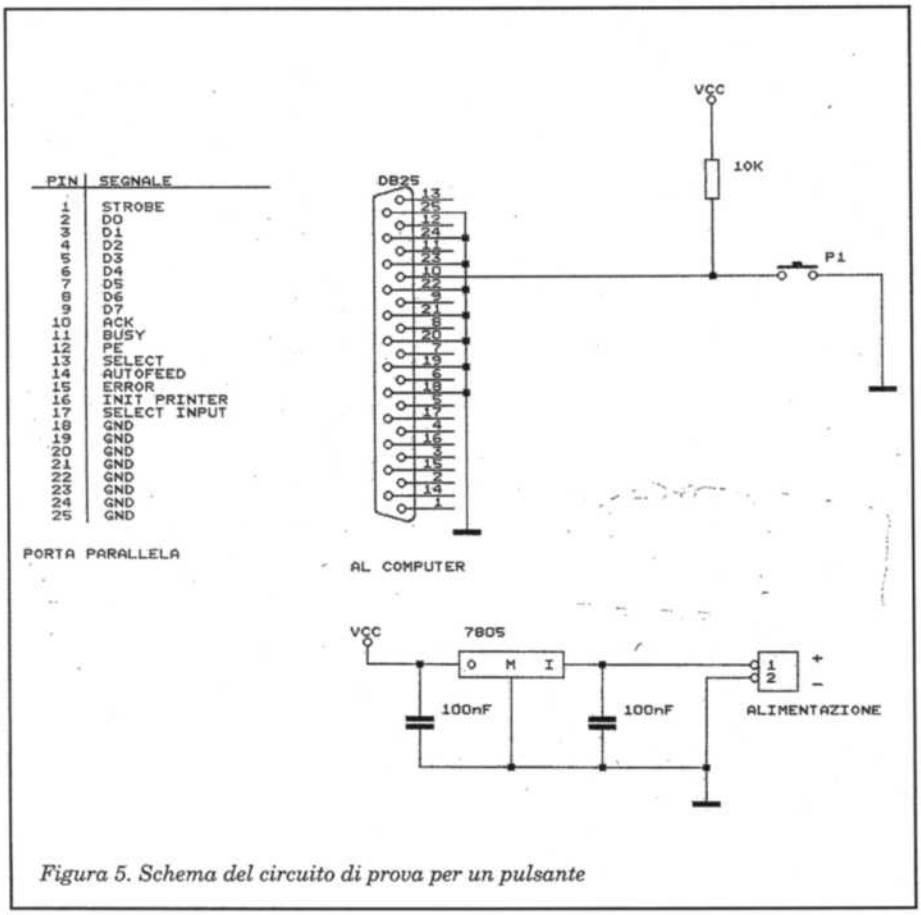


Figura 5. Schema del circuito di prova per un pulsante

Detto questo, analizziamo dettagliatamente il programma. Questa volta la porta parallela non è più indirizzata con 0x378, ma viene definita con PORTNUM = 0. Se la parallela era la LPT2, PORTNUM andava definito con 1. È stata inserita la variabile "fineciclo" che permette di uscire dal programma una volta entrato in esecuzione.

Il corpo del programma è un ciclo do-while, da cui si esce quando la variabile "fineciclo" diventa diversa da zero.

Per far ciò, abbiamo introdotto il test sulla pressione di un tasto sulla tastiera con l'istruzione dedicata "kbhit()".

Quando un tasto viene premuto, si va ad analizzare il valore relativo al tasto letto e si confronta con quello del tasto ESCAPE. Se sono uguali, si pone a "1" la variabile "fineciclo" ed al prossimo ciclo si uscirà dal loop do-while. L'istruzione che va a leggere il registro di stato relativo alla porta parallela è la "biosprint".

Si nota che sono necessari tre parametri: il primo indica l'operazione su tale registro (nel nostro caso lettura dello stato che equivale a 2), il secondo indica il valore da scrivere sulla porta (che a noi non serve) ed il terzo indica il numero della porta (0=LPT1, 1=LPT2, ecc).

Il valore che la funzione biosprint ritorna, è un byte che identifica lo stato della porta. A noi interessano in particolar modo quattro stati:

- 0x10 (select),
- 0x20 (out of paper),
- 0x40 (acknowledge) e
- 0x80 (busy).

Nel programma appena visto, si fa il confronto dello stato con 0x40, ovvero con il segnale presente sul pin 10 relativo all'ACK. Se tale valore è 0, sul pin ci sono 5 volt e quindi scrivo "1", viceversa scrivo "0". In particolare, se avessi sfruttato il pin 13, avremmo dovuto scrivere:

```
if (valore&0x10)
        printf("1");
else
        printf("0");
```

Notare che è stato tolto l'operatore di negazione (!) ed il confronto è stato fatto con 0x10.

Altri tipi di interfaccia

Se le condizioni di interfacciamento fossero critiche (segnali con forte rumore, sbalzi di tensione, ecc) è possibile adottare una soluzione tipo quella riportata in Figura 7: la separazione tra la porta e i segnali è di tipo ottico.

PROGRAMMA 4

```
/*############################################################*/
/*    ACQUISIZIONE DI UN PULSANTE DALLA PARALLELA          */
/*############################################################*/
#include <dos.h>
#include <bios.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>

#define PORTNUM 0 /* parallela */
#define STATUS 2
#define ESC 0x1b
#define ACK 0x40

typedef unsigned char BYTE;

int main(int argc, char *argv[])
{       int valore;
        int value = 0;
        int fineciclo = 0;

        do
        {
         if(kbhit())
         { if(valore=(BYTE)(_bios_keybrd(_KEYBRD_READ))==ESC)
                fineciclo = 1;
         }
         valore=(biosprint(STATUS, value, PORTNUM));
         if(!(valore&ACK))
                printf("1");
         else
                printf("0");
        }
        while(fineciclo == 0);
        return 0;
}
```

PROGRAMMA 5

```
/
*#########################################################*/
/*    CONTROLLO ON/OFF PER PULSANTI VIA SOFTWARE          */
/
*#########################################################*/
#include <dos.h>
#include <bios.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>

#define PORTNUM 0 /* parallela */
#define STATUS 2
#define ESC 0x1b

typedef unsigned char BYTE;

int main(int argc, char *argv[])
{     int valore,fineciclo;
      int value = 0;
      int memory1,memory2,memory3,memory4 = 0;

      fineciclo = 0;
      do
      {
       if(kbhit())
       { if(valore=(BYTE)(_bios_keybrd(_KEYBRD_READ))==ESC)
              fineciclo = 1;
       }
       valore=(biosprint(STATUS, value, PORTNUM));
       if(valore&0x10)
       {    if(memory1==0)
                  {          printf("1on ");
                             memory1 = 1;
                  }
       }
       else
       {    if(memory1==1);
                  {     printf("1off ");
                             memory1 = 0;
                  }
       }
       if(valore&0x20)
       {    if(memory2==0)
                  {          printf("2on ");
                             memory2 = 1;
                  }
       }
       else
       {    if(memory2==1);
                  {     printf("2off ");
                             memory2 = 0;
                  }
       }
       if(!(valore&0x40))
       {    if(memory3==0)
                  {          printf("3on ");
                             memory3 = 1;
                  }
       }
       else
       {    if(memory3==1);
                  {     printf("3off ");
                             memory3 = 0;
                  }
       }
       if(!(valore&0x80))
       {    if(memory4==0)
                  {          printf("4on ");
                             memory4 = 1;
                  }
       }
       else
       {    if(memory4==1);
                  {     printf("4off ");
                             memory4 = 0;
                  }

       }
      }
      while(fineciclo == 0);
      return 0;
}
```

Le resistenze di pull-up per la porta sono collegate agli 8 pin relativi all'uscita della parallela, quindi, per vedere funzionare il tutto sarà necessario come prima istruzione inserire la "outp(LPT1,0xff)", che porta ad alto livello tutti questi pin.

Gli optoisolatori devono avere masse separate ed essere correttamente pilotati. Per questo motivo abbiamo inserito l'L603C. Se, malauguratamente, ci fosse qualche extratensione, brucerebbe al massimo tale integrato o, al limite, i quattro optoisolatori, sicuramente fatto più conveniente della rottura della porta stessa, che da qualche tempo è di serie direttamente sulla main-board del computer. Per vedere meglio come con il software sia possibile implementare fa-

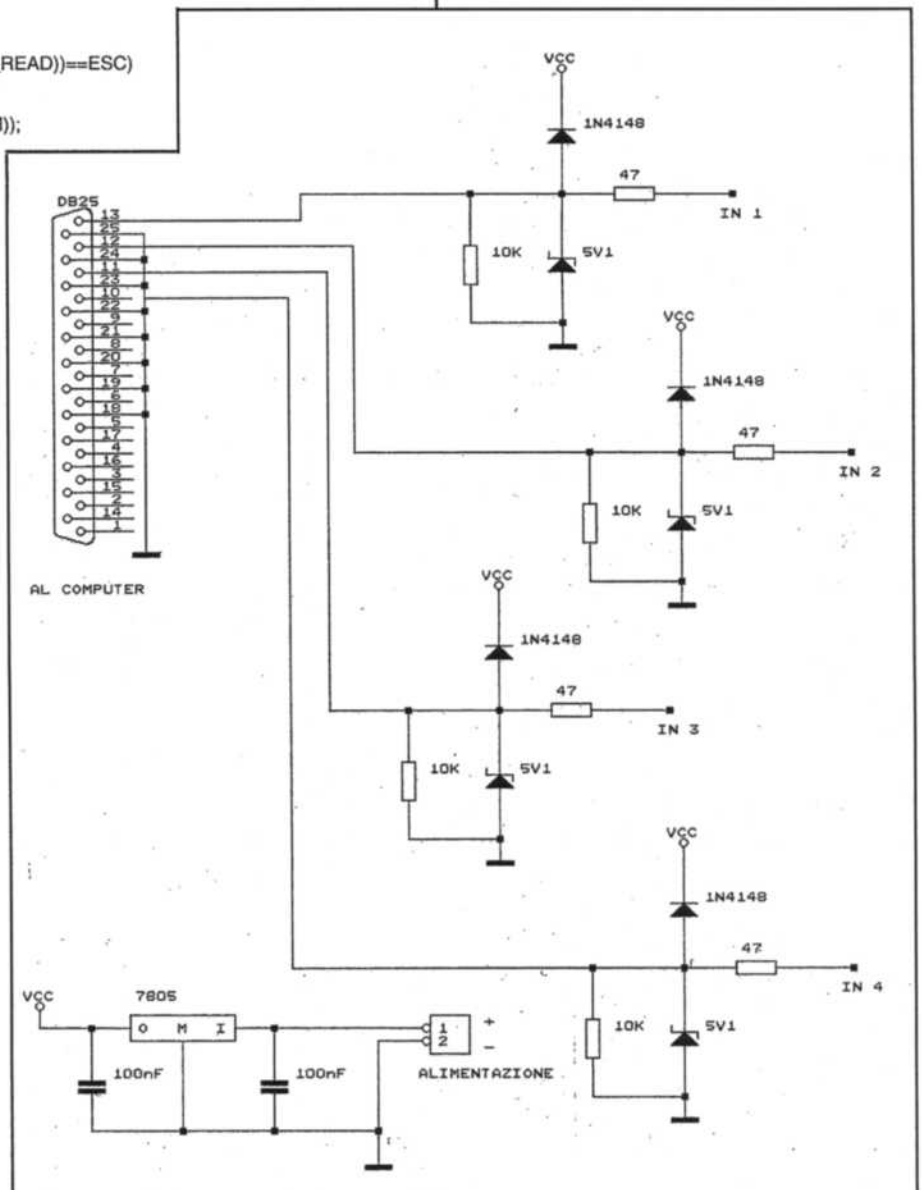


Figura 6. Protezioni per la sicurezza della porta

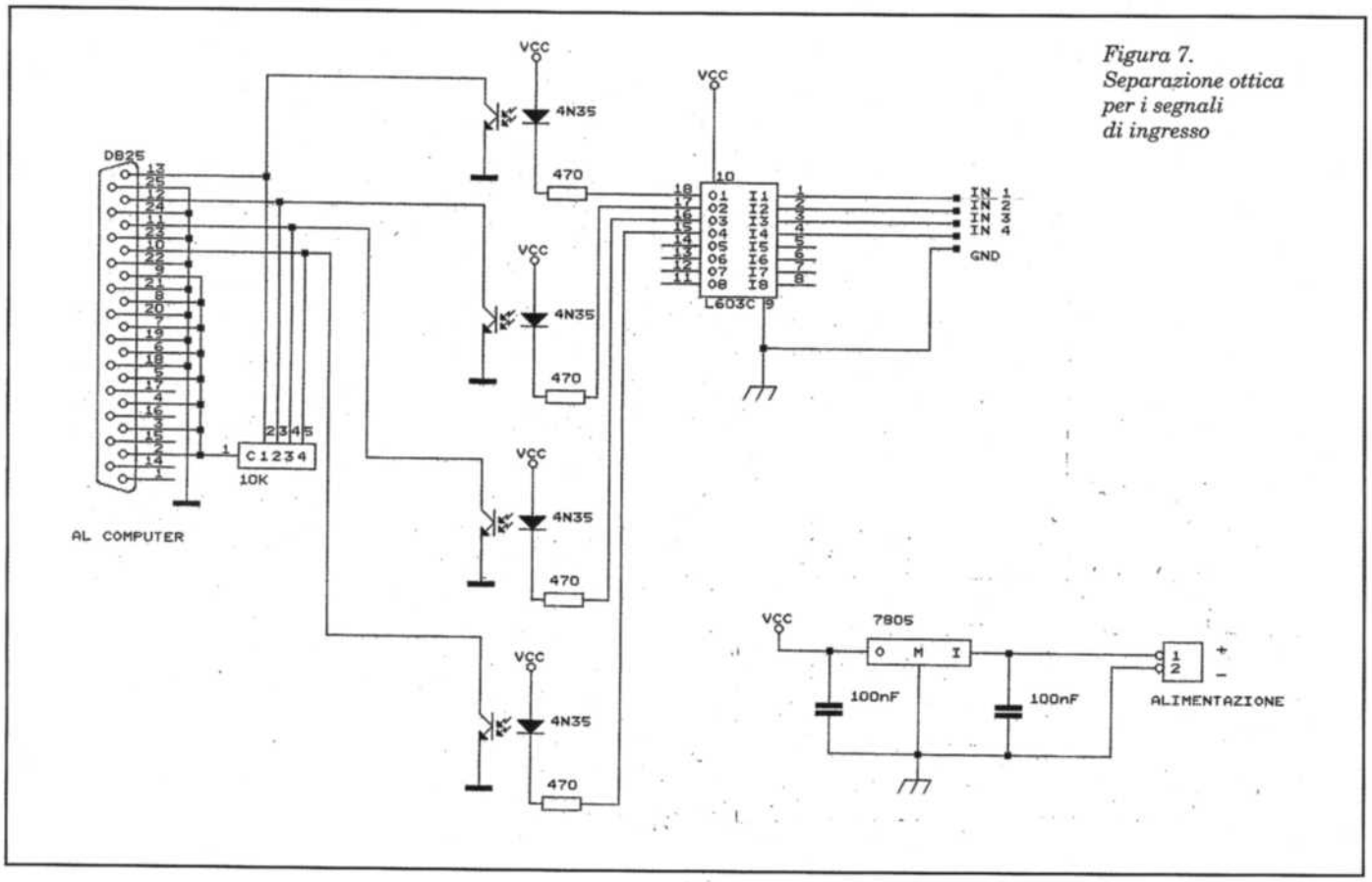


Figura 7. Separazione ottica per i segnali di ingresso

cilmente molte funzioni hardware, torniamo allo schema di Figura 6 e supponiamo di connettere ai quattro ingressi altrettanti pulsanti.

Al contrario di quanto si faceva nel programma precedente, adesso dobbiamo far in modo che siano visualizzati solo variazioni di stato, ovvero lo stesso che implementare un controllo di on/off software (Programma 5).

Con quest'ultimo programma, vengono visualizzati all'inizio gli stati relativi ai quattro pulsanti, poi soltanto le variazioni (i fronti di salita e discesa) indicate con il nuovo stato del canale relativo. Ad esempio, all'inizio potremmo avere la seguente visualizzazione: "1on 2on 3on 4off". Poi, quando un ingresso (per esempio il 3) varia, verrà accodato il nuovo stato per tale ingresso (nel nostro caso "3off ").

Anche se ciò potrebbe non sembrare significativo, rappresenta il cuore del software presentato pochi mesi fa dell'analizzatore di stati logici.

Ovviamente, per scrivere un programma completo è indispensabile almeno una minima conoscenza del linguaggio, ma per le istruzioni principali tutti i linguaggi si somigliano: le iterazioni del BASIC vengono eseguite principalmente con l'istruzione FOR, in "C" con FOR o con DO-WHILE o più semplicemente con WHILE, lo stesso dicasi per il PASCAL. L'unica cosa a cambiare è la sintassi, ma per questo è sufficiente avere a disposizione un manuale. Allo stesso modo, le decisioni vengono principalmente prese con degli "if" in quasi tutti i linguaggi ad alto livello.

La maggior difficoltà, invece, nel passare da un linguaggio all'altro è invece la grafica: ognuno la gestisce in modo diverso. ■

IMPARARE A GESTIRE LA PORTA PARALLELA

La porta parallela presente in tutti i personal computer ha un enorme potenziale per gli appassionati di elettronica che hanno la possibilità di avere un'interfaccia verso il mondo esterno

Paolo Sbrana - 4ª parte

Siamo così giunti all'ultima parte sulla trattazione della porta parallela dei personal computer imparando a leggere degli ingressi digitali, a pilotare delle uscite ed a gestire luci e periferiche in genere.

Adesso, vogliamo impiegare la porta parallela per usi più professionali, ovvero come pilota per un circuito generatore di forme d'onda.

Come è possibile, vi chiederete, se le uscite della porta sono tutte digitali? La risposta è molto semplice: si fa uso di un convertitore digitale/analogico per la conversione dei dati digitali in forme d'onda che, a differenza di apparati commerciali, possono anche essere composte a piacere da noi stessi semplicemente variando il software di controllo.

Ma prima di addentrarci nella programmazione, vediamo qual è la tecnica che ci consente di produrre segnali analogici a piacere partendo da una serie di numeri.

La generazione di una forma d'onda partendo dal digitale

Anche se la maggior parte di noi lo ignora, molti generatori di segnale sono realizzati con una tecnica che prevede la trasformazione di un dato digitale in un dato analogico.

Pensiamo di dover produrre un segnale triangolare tipo quello visibile in Figura 13a.

Per far ciò, si parte dal principio che è possibile scomporre tale forma d'onda in tanti piccoli "segmenti", più o meno lunghi.

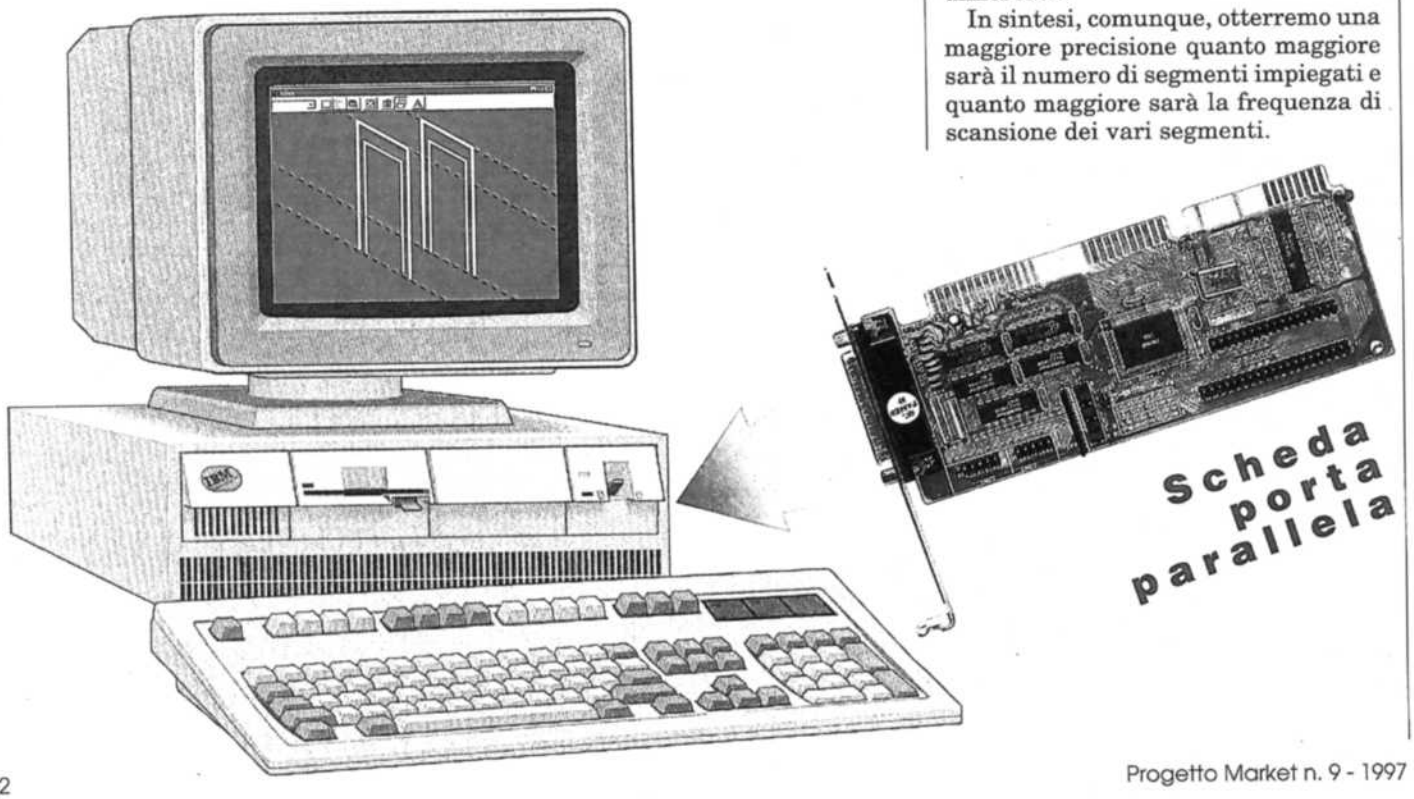
La lunghezza e il numero di segmenti necessari alla riproduzione di un'onda intera, indicano la definizione del segnale ottenuto.

In Figura 13b, si vede come verrebbe scomposta l'onda nel caso di ventiquattro segmenti.

Per tale tipo di scelta, ovviamente dovremo interporre tra l'uscita del convertitore digitale/analogico e l'utilizzatore finale un filtro passa-basso, in modo da "smussare" gli scalini generati.

Conseguentemente al numero di segmenti in cui si suddivide l'onda, la precisione sarà minore o maggiore e così pure verrà influenzata anche la frequenza dell'onda stessa: se possiamo generare un segmento ogni N millisecondi otterremo una determinata frequenza, se invece di N millisecondi ce ne vogliono 2*N, la frequenza già viene dimezzata.

In sintesi, comunque, otterremo una maggiore precisione quanto maggiore sarà il numero di segmenti impiegati e quanto maggiore sarà la frequenza di scansione dei vari segmenti.



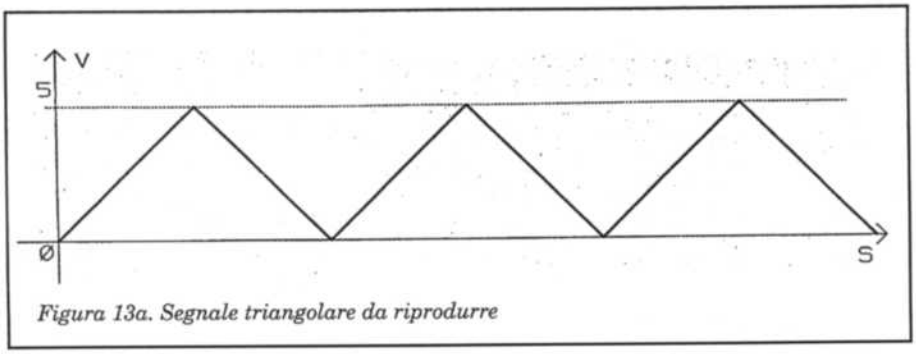


Figura 13a. Segnale triangolare da riprodurre

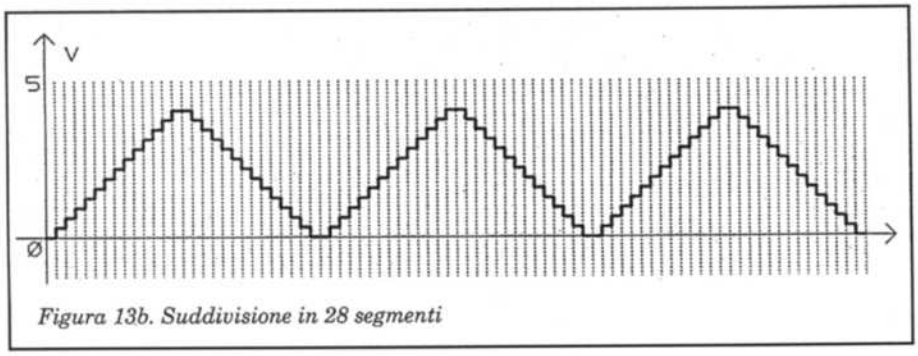


Figura 13b. Suddivisione in 28 segmenti

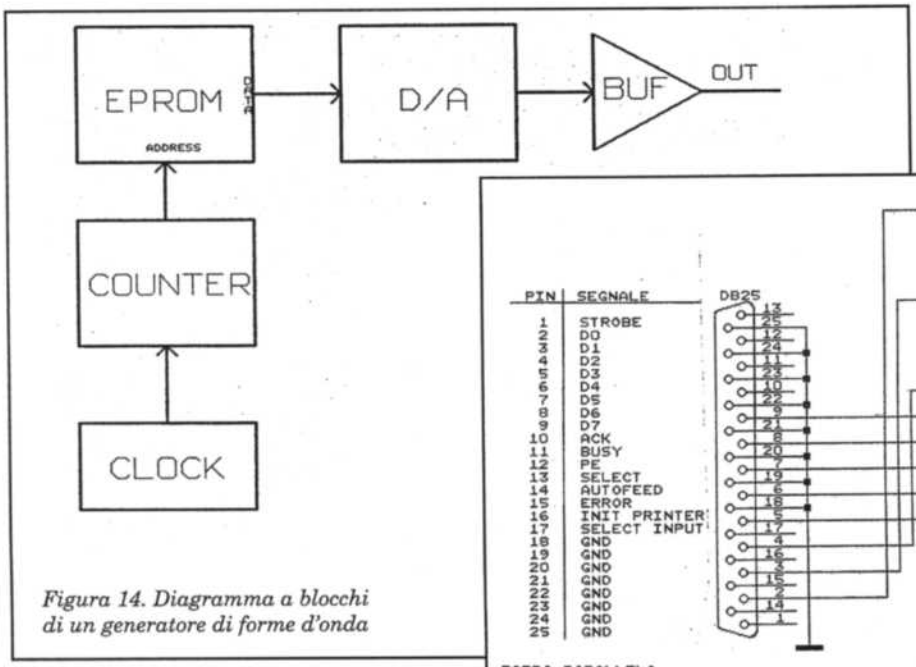


Figura 14. Diagramma a blocchi di un generatore di forme d'onda

In alcuni strumenti professionali, troviamo una generazione di forme d'onda implementata in questo modo, come si vede dallo schema a blocchi di Figura 14: un clock fa incrementare ciclicamente un contatore.

L'uscita di questo contatore è direttamente collegata sugli indirizzi di una EPROM.

I dati di uscita della EPROM sono inviati a un convertitore D/A e successivamente ad un buffer con funzione anche di filtro passa-basso.

Sull'uscita troveremo il valore analogico dei dati riportati nelle celle della memoria EPROM. Sostituendo la EPROM con un'altra, otterremo forme d'onda diverse.

La nostra proposta

Poiché il costo di un generatore d'onda programmabile non è alla portata di tutti, abbiamo pensato di realizzarlo direttamente con la porta parallela del computer, visto che ormai siamo riusciti a gestirla egregiamente.

In Figura 15 abbiamo lo schema della piccola interfaccia da costruire per la conversione degli otto bit di dato in un segnale analogico compreso tra 0 e 5 volt.

La conversione viene effettuata attraverso un convertitore del tipo R2R, uno tra quelli meno costosi (solo 16 resistenze all'uno per cento di tolleranza).

Pensiamo ora a come implementare il software di gestione.

La forma d'onda da gestire è fondamentale per la scelta del tipo di programmazione.

Se, infatti, vogliamo generare una classica onda a dente di sega (visibile in

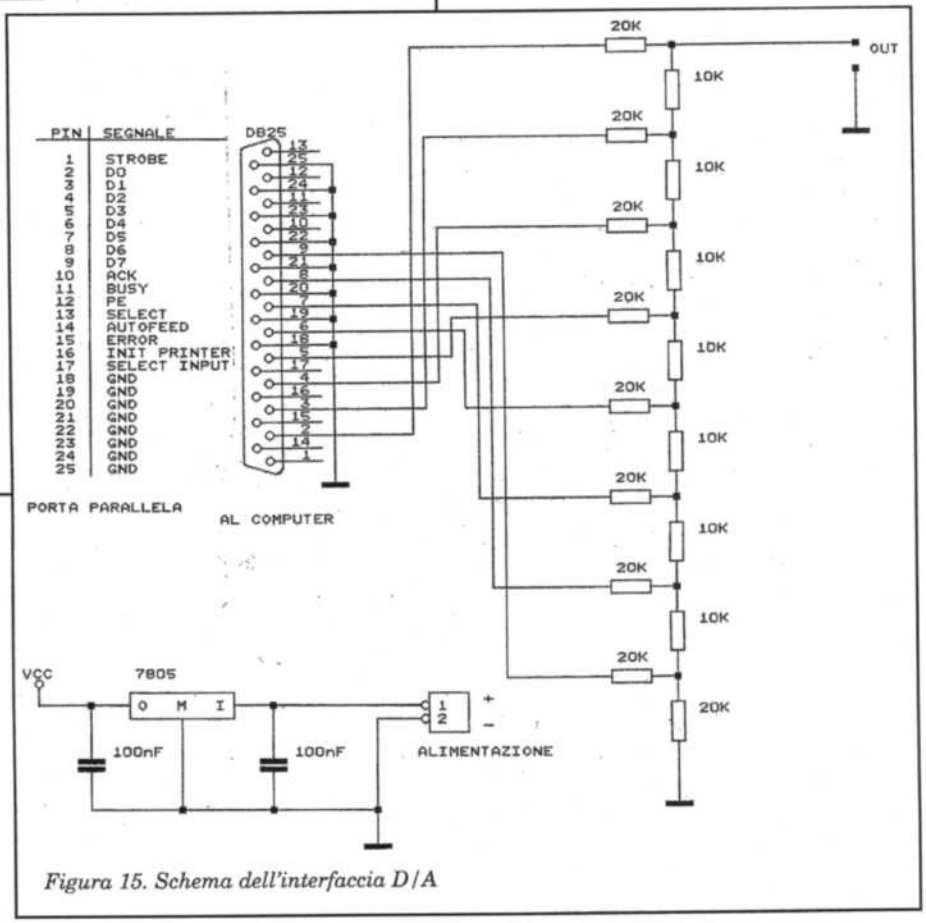


Figura 15. Schema dell'interfaccia D/A

PROGRAMMA 10

```
/*############################################################*/
/*      GENERAZIONE DI UNA FORMA D'ONDA A DENTE DI SEGA       */
/*############################################################*/
#include   <dos.h>
#include   <stdlib.h>
#include   <conio.h>
#include   <string.h>
#include   <stdio.h>
#include   <bios.h>

#define LPT1 0x378 /* indirizzo porta parallela */

typedef unsigned char BYTE;

int main    (int argc, char *argv[])
{           int end_cycle=0;
            int value;
            int ctr;

            do
            {     for(ctr=0;ctr<=255;ctr++)
                        outp(LPT1,ctr);
                  if(kbhit())
                  {   value=(BYTE)(_bios_keybrd(_KEYBRD_READ));
                      if(value==0x1b)   // ESCAPE
                              end_cycle=1;
                  }
            }
            while(!end_cycle);
            return 0;
}
```

PROGRAMMA 11

```
/*############################################################*/
/*      GENERAZIONE DI UNA FORMA D'ONDA TRIANGOLARE           */
/*############################################################*/
#include   <dos.h>
#include   <stdlib.h>
#include   <conio.h>
#include   <string.h>
#include   <stdio.h>
#include   <bios.h>

#define LPT1 0x378 /* indirizzo porta parallela */

typedef unsigned char BYTE;

int main    (int argc, char *argv[])
{           int end_cycle=0;
            int value;
            int ctr;

            do
            {     for(ctr=0;ctr<=255;ctr++)
                    outp(LPT1,ctr);
                  if(kbhit())
                  for(ctr=255;ctr>=0;ctr—)
                    outp(LPT1,ctr);
                  if(kbhit())
                  {  value=(BYTE)(_bios_keybrd(_KEYBRD_READ));
                    if(value==0x1b)   // ESCAPE
                            end_cycle=1;
                  }
            }
            while(!end_cycle);
            return 0;
}
```

PROGRAMMA 12

```
/*############################################################*/
/*      GENERAZIONE DI UNA FORMA D'ONDA SINUSOIDALE (I rel)   */
/*############################################################*/
#include   <dos.h>
#include   <stdlib.h>
#include   <conio.h>
#include   <string.h>
#include   <stdio.h>
#include   <bios.h>
#include   <math.h>

#define LPT1 0x378 /* indirizzo porta parallela */

typedef unsigned char BYTE;

int main    (int argc, char *argv[])
{           int end_cycle=0;
            int value;
            int ctr;
            float seno;
            float dato;
            float kost=0.05;

            do
            {     seno= (1);
                  do
                  {  dato=(sin(seno)*128)+128;
                    outp(LPT1,(BYTE)dato);
                    seno-=kost;
                  }while(seno>-1);
                  seno= (1);
                  do
                  {  dato=128-sin(seno)*128;
                    outp(LPT1,(BYTE)dato);
                    seno-=kost;
                  }while(seno>-1);
                  if(kbhit())
                  {  value=(BYTE)(_bios_keybrd(_KEYBRD_READ));
                    if(value==0x1b)   // ESCAPE
                            end_cycle=1;
                  }
            }
            while(!end_cycle);
            return 0;
}
```

PROGRAMMA 13

```
/*############################################################*/
/*      GENERAZIONE DI UNA FORMA D'ONDA SINUSOIDALE (II rel)  */
/*############################################################*/
#include   <dos.h>
#include   <stdlib.h>
#include   <conio.h>
#include   <string.h>
#include   <stdio.h>
#include   <bios.h>
#include   <math.h>

#define LPT1 0x378 /* indirizzo porta parallela */

typedef unsigned char BYTE;

int ORDINATA[]={
            235,232,228,224,219,215,210,205,200,194,189,183,
            177,171,165,159,153,147,140,134,127,121,115,108,
            102,96,90,84,78,72,66,61,55,50,45,40,36,31,27,23,
            20,23,27,31,36,40,45,50,55,61,66,72,78,84,90,96,
            102,108,115,121,128,134,140,147,153,159,165,171,
            177,183,189,194,200,205,210,215,219,224,228,232
};

int main(int argc, char *argv[])
{           int end_cycle=0;
            int value;
            int ctr;

            do
            {   for(ctr=0;ctr<80;ctr++)
                    outp(LPT1,(BYTE)ORDINATA[ctr]);
                if(kbhit())
                {  value=(BYTE)(_bios_keybrd(_KEYBRD_READ));
                    if(value==0x1b)   // ESCAPE
                    end_cycle=1;
                }
            }
            while(!end_cycle);
            return 0;
}
```

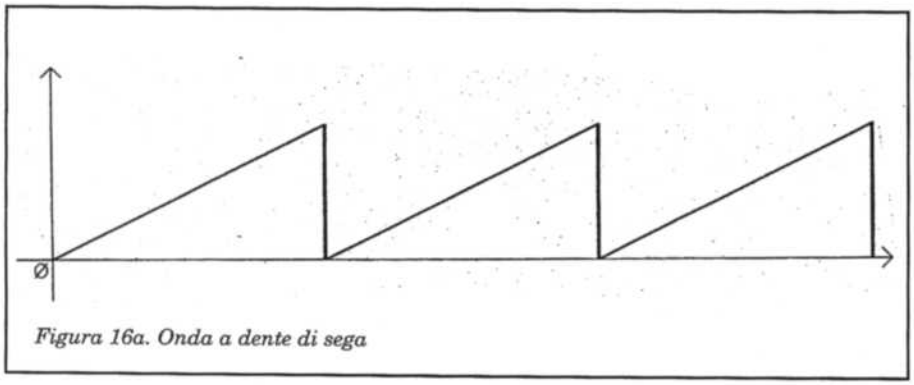


Figura 16a. Onda a dente di sega

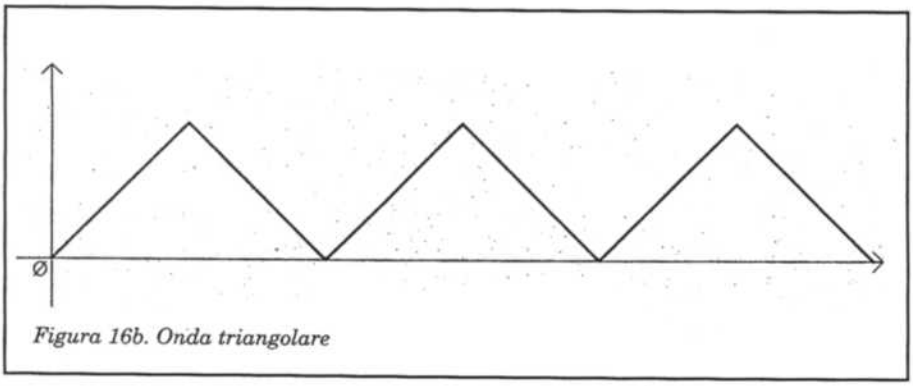


Figura 16b. Onda triangolare

Figura 16a), sarà sufficiente scrivere il Programma 10.

Che cosa succede? abbiamo un ciclo "for" che pone sull'usci-ta i valori compresi tra 0 e 255 in crescendo.

Questo significa che sull'uscita del convertitore sarà presente una tensione che salirà di conseguenza, per poi tornare repentinamente a zero all'inizio di un altro ciclo "for".

Il controllo "kbhit" è stato inserito per permettere di uscire dal programma semplicemente premendo il tasto "ESCAPE".

Similarmente, è possibile generare una forma d'onda triangolare, come quella di Figura 16b, aggiungendo nel programma un altro ciclo che, al contrario del primo, decrementi il valore presente sull'uscita della porta.

Il Programma 11 realizza tale forma d'onda.

La differenza che salta subito agli occhi è che la frequenza dell'onda viene dimezzata perché il ciclo completo si ottiene con due cicli "for".

In questi due casi appena trattati,

PROGRAMMA 14

```
/*##########################################################*/
/*     GENERAZIONE DI UNA FORMA D'ONDA AUTOCOSTRUITA        */
/*##########################################################*/
#include   <dos.h>
#include   <stdlib.h>
#include   <conio.h>
#include   <string.h>
#include   <stdio.h>
#include   <bios.h>
#include   <math.h>

#define LPT1 0x378 /* indirizzo porta parallela */

typedef unsigned char BYTE;

int ORDINATA[]={
          0,0,0,0,0,30,30,30,30,30,60,60,60,60,60,90,90,90,
          90,90,120,120,120,120,120,90,90,90,90,90,120,120,
          120,120,120,90,90,90,90,90,210,210,210,210,210,210,
          210,210,210,210,210,180,180,180,180,180,150,150,
          150,150,150
};

int main(int argc, char *argv[])
{         int end_cycle=0;
          int value;
          int ctr;

          do
          {   for(ctr=0;ctr<60;ctr++)
           outp(LPT1,(BYTE)ORDINATA[ctr]);
              if(kbhit())
              { value=(BYTE)(_bios_keybrd(_KEYBRD_READ));
           if(value==0x1b)    // ESCAPE
           end_cycle=1;
              }
          }
          while(!end_cycle);
          return 0;
}
```

La "kost" suddivide l'intervallo (-1,1) in 2/kost segmenti.

Ovviamente, più piccolo è il valore di kost, più definita sarà l'onda prodotta, ma in questo modo si diminuisce la frequenza.

Il numero 128 che vediamo riportato nelle righe di calcolo del dato da immettere sulla porta, serve per generare sia la semionda positiva (valori sulla porta da 128 a 255), sia quella negativa (valori da 0 a 127).

La seconda soluzione invece, consente di generare un treno ciclico come desideriamo, anche del tutto fuori dagli standard più comuni (Programma 13).

In questo Programma 13 abbiamo riportato una tabella (ORDINATA) i cui elementi, presi nell'ordine crescente, sono i medesimi forniti col programma precedente.

Il computer, con tale programma, colloca il valore letto nella tabella direttamente sulla porta parallela del personal computer.

Quindi, volendo ad esempio produrre un'onda del tutto particolare, si potranno modificare i valori della tabella in modo adeguato.

Il numero di 80 valori della tabella è puramente casuale, infatti potremmo avere tabelle con più o meno valori per ottenere i risultati desiderati, ma l'importante è il ricordarsi di modificare tale valore nel ciclo "for".

Come esempio, vediamo il Programma 14 che ci permette di generare un'onda identica a quella di Figura 17.

La velocità massima (frequenza) di generazione dell'onda, è legata alla velocità del vostro computer, mentre quella minima è programmabile inserendo tra un'uscita e la successiva una riga del tipo:

```
for(k=0;k=N;k++);
```

per ritardi piccoli, con N da valutare caso per caso, mentre per ritardi da alcuni millisecondi, si dovrà inserire una riga del tipo:

```
delay(X);
```

non si sono avuti grossi problemi, perché la funzione di uscita era proporzionale all'incremento del contatore.

Ma se vogliamo implementare una funzione più complessa, come per esempio quella sinusoidale di Figura 16c, come facciamo? Ci sono due strade.

La prima consiste nel far calcolare al computer la funzione seno (o coseno) e poi riportarla con opportuni artifici sulla porta.

La seconda invece consiste nello scrivere una tabella con valori calcolati "a mano" (che sarebbe l'equivalente della memoria EPROM di Figura 14.

Vediamo allora l'implementazione della prima soluzione (Programma 12).

Questa soluzione è la più immediata, in quanto sfrutta la "sin" per calcolare il valore della funzione seno istante per istante.

La variabile "kost" indica la distanza da un campionamento a quello immediatamente successivo.

In altre parole, noi sappiamo che la funzione seno assume valori compresi tra -1 e 1.

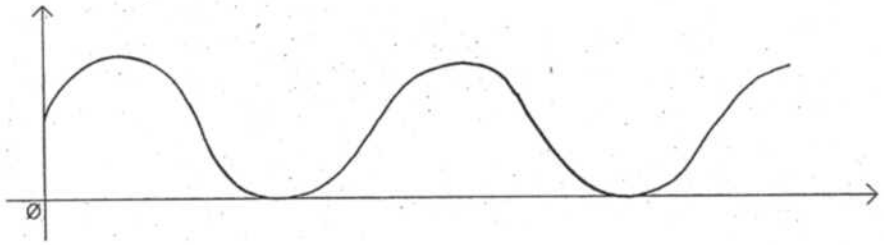


Figura 16c. Onda sinusoidale

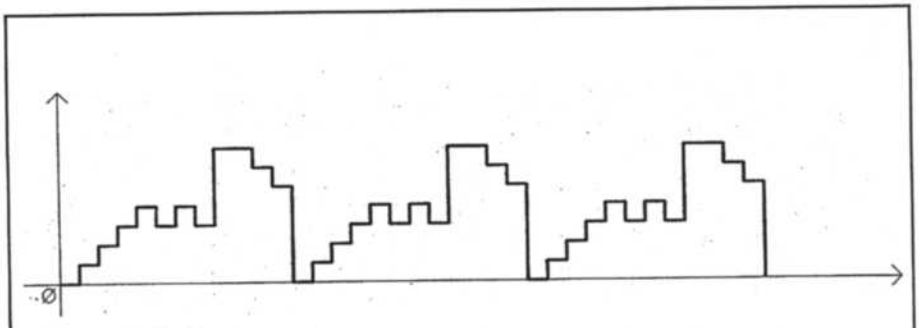


Figura 17. Onda autocostruita

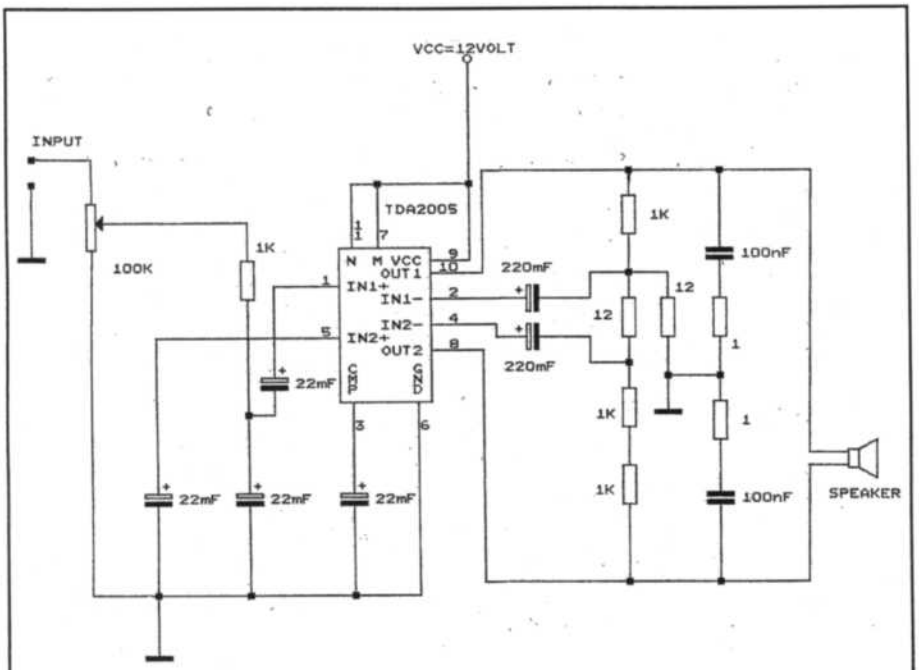


Figura 18. Amplificatore audio per ascoltare le onde generate

con X = numero di millisecondi di attesa compreso tra 1 e 32.767.

Infine, se non possedete un oscilloscopio per visualizzare le forme d'onda, potrete molto più semplicemente "ascoltarle" applicando all'uscita dell'interfaccia un amplificatore audio del tipo mostrato in Figura 18.

Non finisce qui

Nella prossima puntata continueremo il nostro viaggio alla scoperta del mondo che permette di far dialogare un personal computer con il mondo esterno.

L'abbinamento tra personal computer ed elettronica applicata ha da sempre attratto gli appassionati: grazie alle potenzialità della porta parallela, l'interfacciamento non solo risulta possibile, ma anche semplice ed economico.

continua