

8253

(temporizzatore di intervalli)

M. Rebaudengo - M. Sonza Reorda

Politecnico di Torino
Dip. di Automatica e Informatica

1

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Generalità

- **Implementa le funzioni di temporizzazione e conteggio**
- **corrisponde ad un chip LSI in versione DIP con 24 pin**
- **fornisce 3 contatori indipendenti da 16 bit**
- **è stato sostituito dall'8254, che implementa le stesse funzioni, con alcune aggiunte.**

2

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Usi

- **Generazione di ritardi sotto il controllo software**
- **Generatore di segnali (onde quadre, impulsi) con frequenza programmabile**
- **Contatore di eventi**
- **Misuratore di intervalli**
- **Divisore di frequenza.**

3

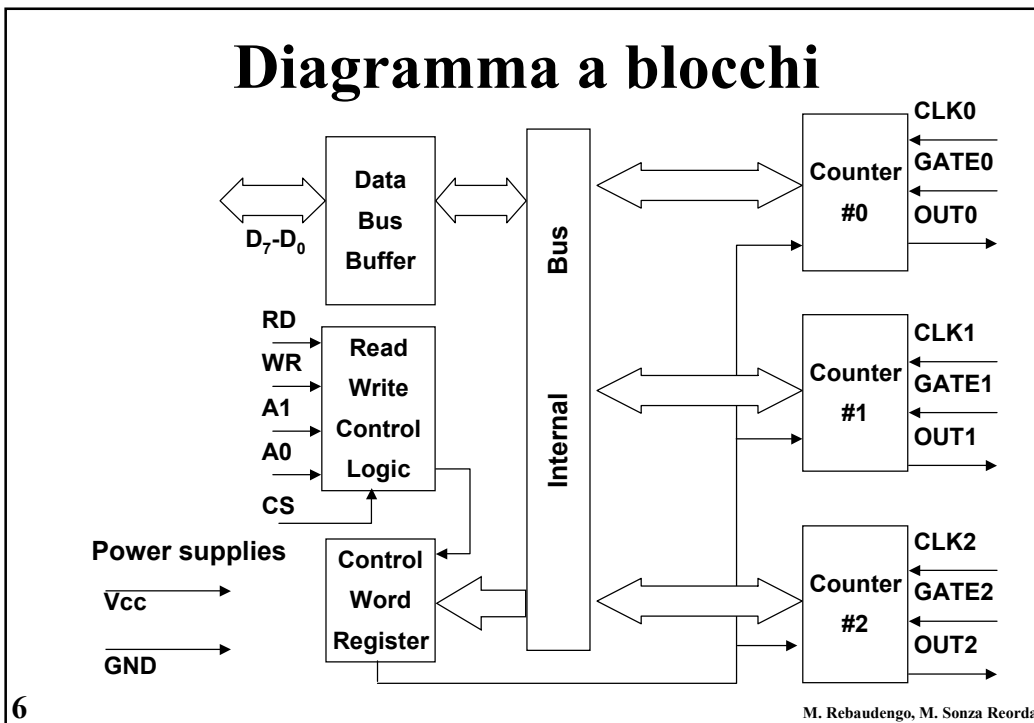
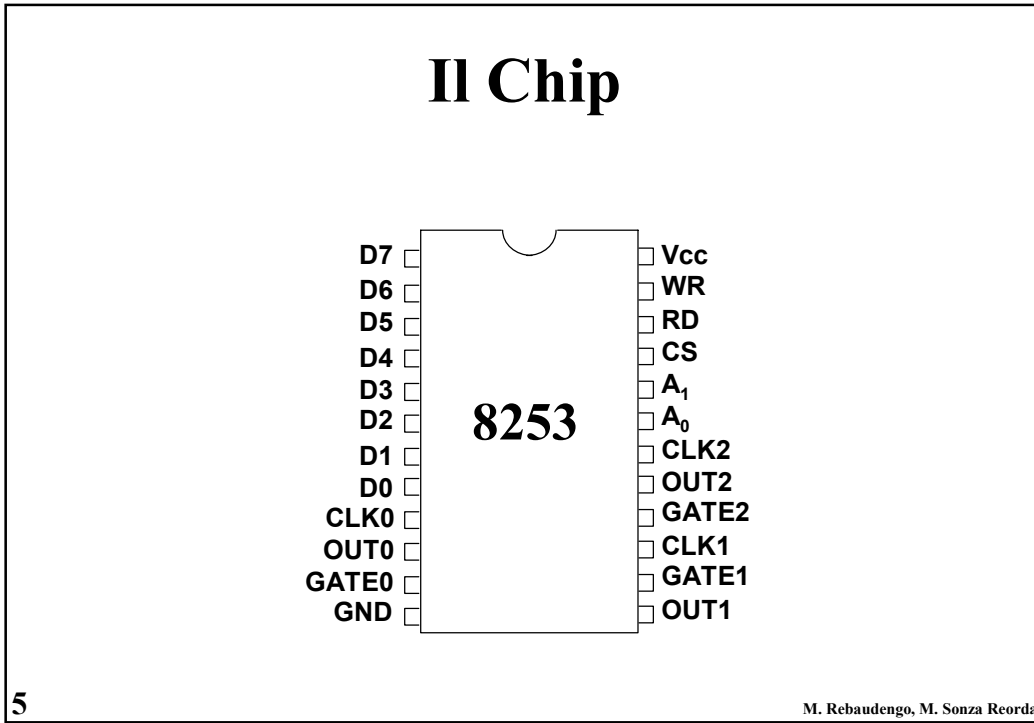
M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Modalità d'uso tipica (come generatore di impulso)

- **Il programmatore configura l'8253**
- **Il programmatore inizializza uno dei contatori dell'8253 con il valore desiderato**
- **L'8253 esegue un conteggio ed interrompe la CPU quando ha completato il suo compito.**

4

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda



Data Bus Buffer

Il Data Bus Buffer è costituito da un buffer bidirezionale di 8 bit che può assumere il valore 3-state.

I pin D₇₋₀ sono collegati al Data Bus del sistema.

Il Data Bus è utilizzato principalmente per:

- **programmare l'8253 (definendo il modo di funzionamento per ogni contatore)**
- **inizializzare i contatori**
- **leggere i valori dei contatori.**

7

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

I contatori

L'8253 include 3 contatori completamente indipendenti da 16 bit ciascuno.

Ognuno di essi può essere:

- **caricato dall'esterno con un valore prefissato**
- **fatto contare (a ritroso) agendo sul relativo segnale di CLK**
- **utilizzato come contatore binario o BCD impaccato**
- **programmato indipendentemente dagli altri agendo sul Registro di Controllo del dispositivo e scegliendo tra 6 modi diversi di funzionamento**
- **letto dall'esterno.**

8

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Interfacciamento

L'8253 è visto come un insieme di 4 porte di I/O consecutive; di queste

- 3 corrispondono ai contatori
- 1 è il Registro di Controllo del dispositivo.

L'8253 è attivato tramite il segnale \overline{CS} .

Ciascuna delle 4 porte è selezionabile tramite i 2 segnali A_0 e A_1 .

9

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Selezione delle porte

I segnali A_0 - A_1 controllano la selezione dei 3 contatori o del *Registro di Controllo* (Control Word - *CW*).

A_1	A_0	Registro
0	0	Contatore #0
0	1	Contatore #1
1	0	Contatore #2
1	1	Registro di Controllo

10

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Operazioni di Input/Output

A1	A0	RD	WR	CS	
0	0	0	1	0	Lettura del contatore #0
0	1	0	1	0	Lettura del contatore #1
1	0	0	1	0	Lettura del contatore #2
0	0	1	0	0	Caricamento del contatore #0
0	1	1	0	0	Caricamento del contatore #1
1	0	1	0	0	Caricamento del contatore #2
1	1	1	0	0	Scrittura della parola di controllo
X	X	X	X	1	Data Bus in 3-State
X	X	1	1	0	No-operation
1	1	0	1	0	Condizione illegale
X	X	0	0	X	Condizione illegale

11

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Programmazione

La modalità di funzionamento dell'8253 è programmabile via software.

Un insieme di parole di controllo *devono* essere scritte dalla CPU per inizializzare ciascun contatore.

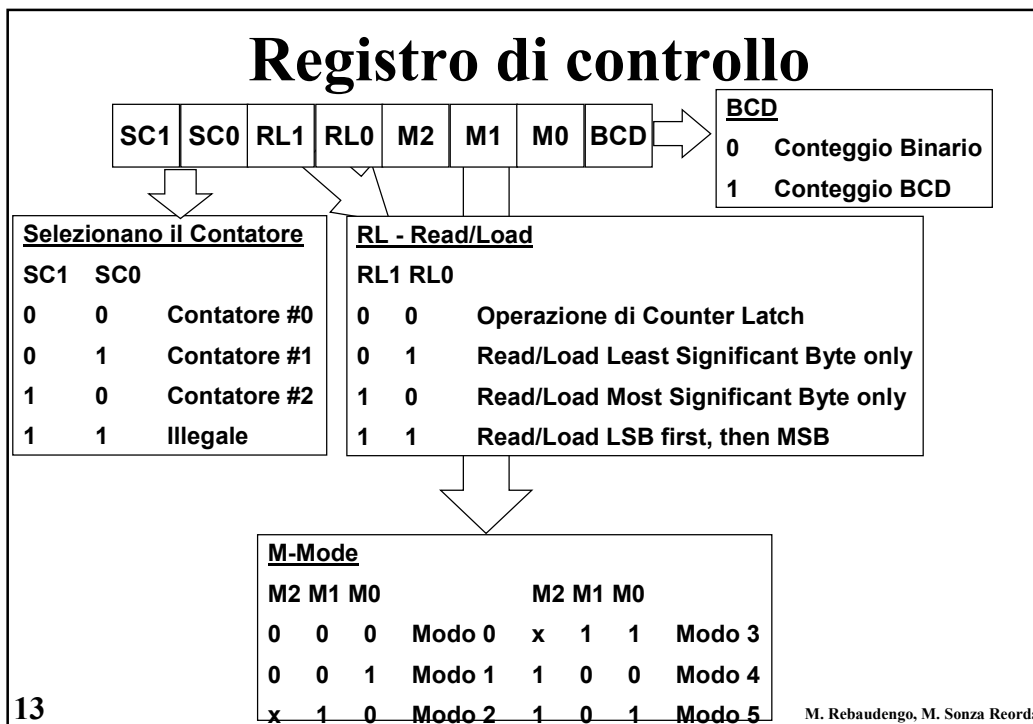
Prima dell'inizializzazione, il modo di funzionamento, il contenuto e l'uscita di ogni contatore sono indefiniti.

Per ciascun contatore, il valore del Registro di Controllo determina:

- il modo di funzionamento
- le modalità di caricamento del valore di inizializzazione
- il tipo di conteggio (binario o BCD).

12

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda



Esercizio

Scrivere una sequenza di istruzioni che inizializzano i tre contatori di un 8253 avente indirizzo 40H nel modo seguente:

- Contatore 0: Conteggio Binario, modo 0 con valore iniziale 1234H
- Contatore 1: Conteggio BCD, modo 2 con valore iniziale 100H
- Contatore 2: Conteggio Binario, modo 4 con valore iniziale 1FFFH.

Soluzione

Il registro di Controllo ha indirizzo 43H.

Le parole di controllo per i 3 contatori sono le seguenti:

CW0 EQU 00110000 ; 30h

CW1 EQU 01100101 ; 65h

CW2 EQU 10111000 ; B8h

MOV AL, CW0

OUT 43h, AL ; programmazione contatore #0

MOV AL, CW1

OUT 43h, AL ; programmazione contatore #1

MOV AL, CW2

OUT 43h, AL ; programmazione contatore #2

15

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Soluzione

(segue)

MOV AL, 34H

OUT 40h, AL ; caricamento LSB contatore 0

MOV AL, 12h

OUT 40h, AL ; caricamento MSB contatore 0

MOV AL, 01h

OUT 41h, AL ; caricamento MSB contatore 1

MOV AL, 0FFh

OUT 42h, AL ; caricamento LSB contatore 2

MOV AL, 1Fh

OUT 42h, AL ; caricamento MSB contatore 2

16

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Lettura dei contatori

In molte applicazioni di conteggio è necessario conoscere il valore del contatore durante la fase di conteggio (*in progress*) per prendere delle decisioni.

Esistono due modi di effettuare la lettura:

- con contatori disabilitati
- al volo (*on the fly*).

17

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Lettura con contatori disabilitati

È possibile effettuare le normali operazioni di lettura dei contatori dell'8253 controllando opportunamente i segnali di indirizzo A_1 - A_0 .

Per garantire una lettura stabile del valore del contatore è necessario disabilitare il contatore selezionato o agendo via SW, o controllando il segnale di GATE, o agendo direttamente sull'input di clock.

Il contenuto del contatore selezionato è disponibile nel modo seguente:

- la prima lettura carica in AL il byte meno significativo
- la seconda lettura carica in AL il byte più significativo.

18

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Lettura con contatori disabilitati (II)

L'organizzazione interna dell'8253 impone assolutamente che l'intera procedura di lettura sia completata prima di procedere a nuove operazioni.

Se ad esempio è stata inviata una parola di controllo per la lettura di 2 byte, allora *devono* essere letti 2 byte prima di eseguire qualsiasi comando di caricamento del medesimo contatore.

19

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Lettura al volo

L'8253 dispone di una logica che permette al programmatore di effettuare la lettura dei contatori senza necessità di interrompere l'operazione di conteggio.

Quando il programmatore desidera leggere il contenuto di un contatore *al volo* deve:

- Scrivere nel registro di controllo uno speciale valore che causa la memorizzazione del valore corrente di un contatore in un registro interno; tale registro contiene quindi un valore stabile
- Eseguire una normale operazione di lettura del corrispondente contatore, attraverso la quale si accede al valore memorizzato nel registro.

20

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Parola di controllo per la lettura al volo

SC1	SC0	0	0	X	X	X	X
-----	-----	---	---	---	---	---	---

<i>SC1</i>	<i>SC0</i>	<i>Significato</i>
0	0	Contatore #0
0	1	Contatore #1
1	0	Contatore #2
1	1	Illegale

21

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Esercizio

Si scriva una sequenza di istruzioni per la lettura al volo del contenuto del contatore 2.

Il valore letto deve essere caricato nel registro AX.

Si assuma che l'8253 abbia indirizzo 40H.

```

MOV     AL, 80h
OUT     43h, AL
IN      AL, 42H
MOV     AH, AL
IN      AL, 42H
XCHG   AL, AH

```

22

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

8254

L'8254 (e l'82C54) hanno sostituito l'8253.

L'8254

- **è compatibile a livello di pin con l'8253**
- **fornisce alcune funzioni aggiuntive**
- **non è completamente compatibile a livello di software.**

Il data sheet dell'82C54 è disponibile all'indirizzo

<http://developer.intel.com/design/periph1/datashts/231244.htm>

Modi di Funzionamento

Ciascun contatore può essere programmato per funzionare in uno dei seguenti modi:

- **modo 0: Interrupt al Termine del Conteggio**
- **modo 1: One-shot programmabile**
- **modo 2: Generatore di Frequenza**
- **modo 3: Generatore di Onde Quadre**
- **modo 4: S/W Triggered Strobe**
- **modo 5: H/W Triggered Strobe.**

Modo 0

(Interrupt al Termine del Conteggio)

Il conteggio parte non appena termina l'operazione di caricamento.

Durante il conteggio OUT resta basso; al termine va alto e resta alto fino al caricamento di un nuovo valore.

GATE abilita il conteggio quando è alto, lo disabilita quando è basso.

25 M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

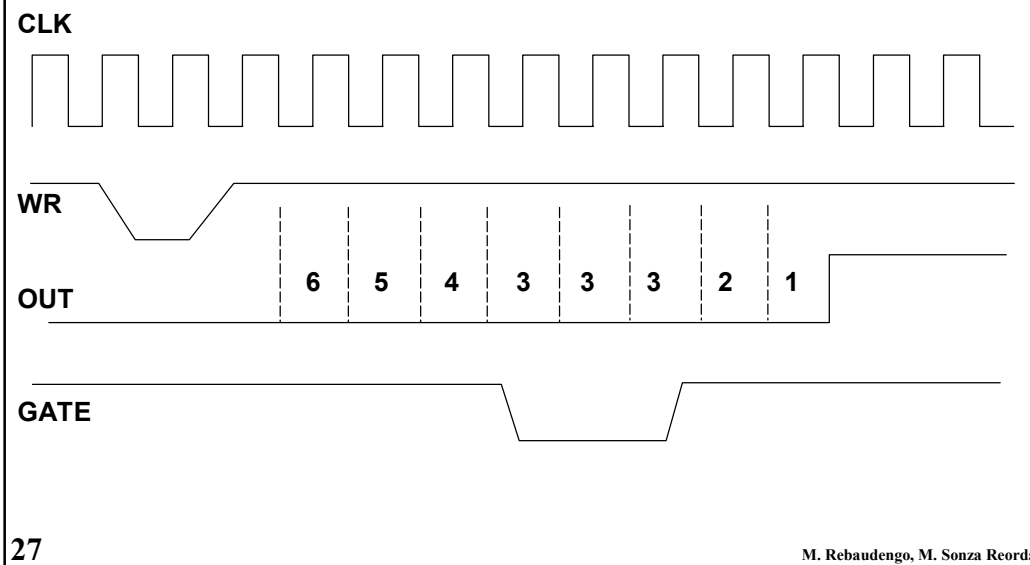
Modo 0: Esempio

The diagram shows four signals over time:

- CLK**: A regular square wave clock signal.
- WR**: Active low signal. It goes low for a duration that covers the counting period.
- OUT**: Output signal. It is low during the counting period and goes high at the end of the count. The counting period is divided into six clock cycles, labeled 6, 5, 4, 3, 2, and 1 from left to right.
- GATE**: Enable signal. It is high during the counting period and low otherwise.

26 M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Modo 0: Esempio (II)



Esercizio

Si programmi un 8253 in modo da generare un ritardo di 5 msec.
Si supponga di avere a disposizione un clock da 1 Mhz.

Soluzione

Il periodo del clock è di 1 microsecondo. Per ottenere un tempo di 5 msec sono necessari 5000 periodi del clock.

```
MOV AL, 01100001B ; contatore 1, modo 0, BCD
```

```
OUT 43h, AL
```

```
MOV AL, 50h ; byte più significativo
```

```
OUT 41h, AL
```

Modo 1

(One-Shot Programmabile)

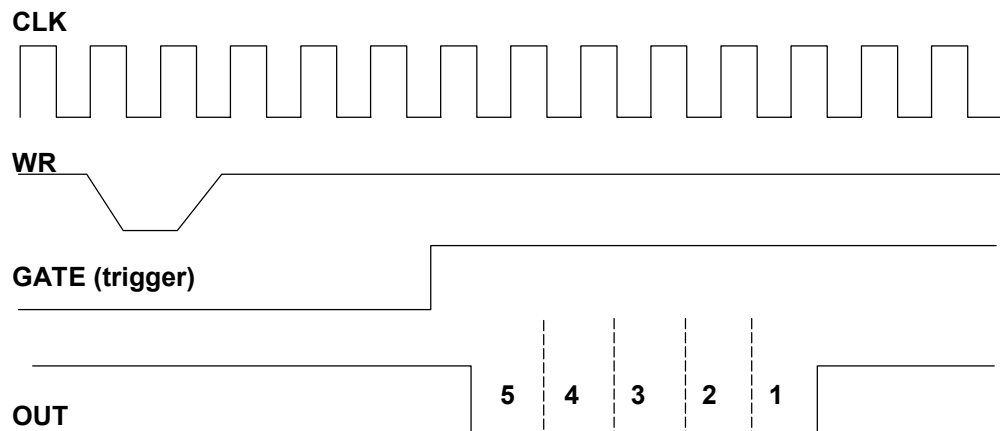
Il conteggio inizia in corrispondenza del fronte di salita di GATE.

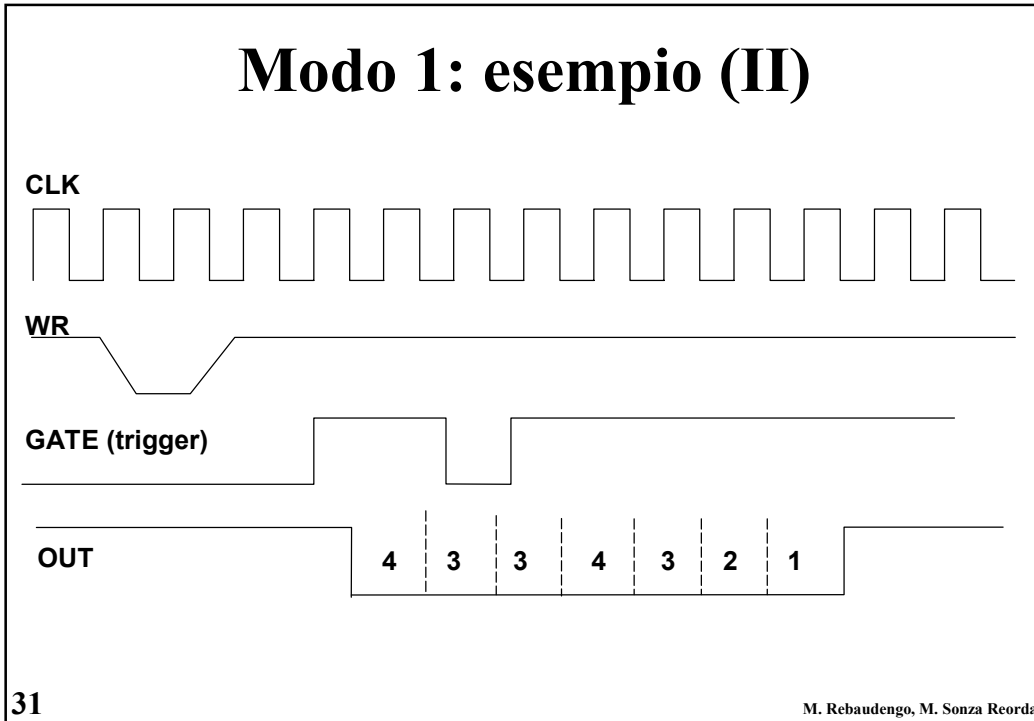
Durante il conteggio OUT resta basso, altrimenti è alto.

Se nel contatore viene caricato un nuovo valore, questo non modifica il conteggio in corso, ma quello successivo.

Se si ha un fronte di salita di GATE durante il conteggio, il conteggio viene fatto ripartire da capo.

Modo 1: esempio





Modo 2

(Generatore di Frequenza)

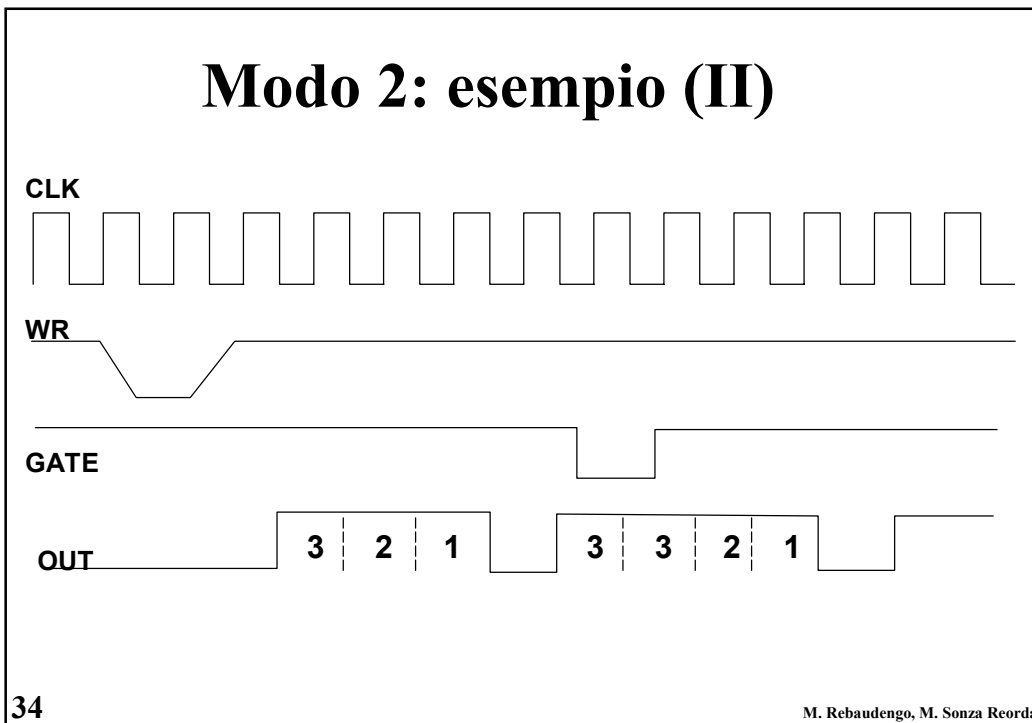
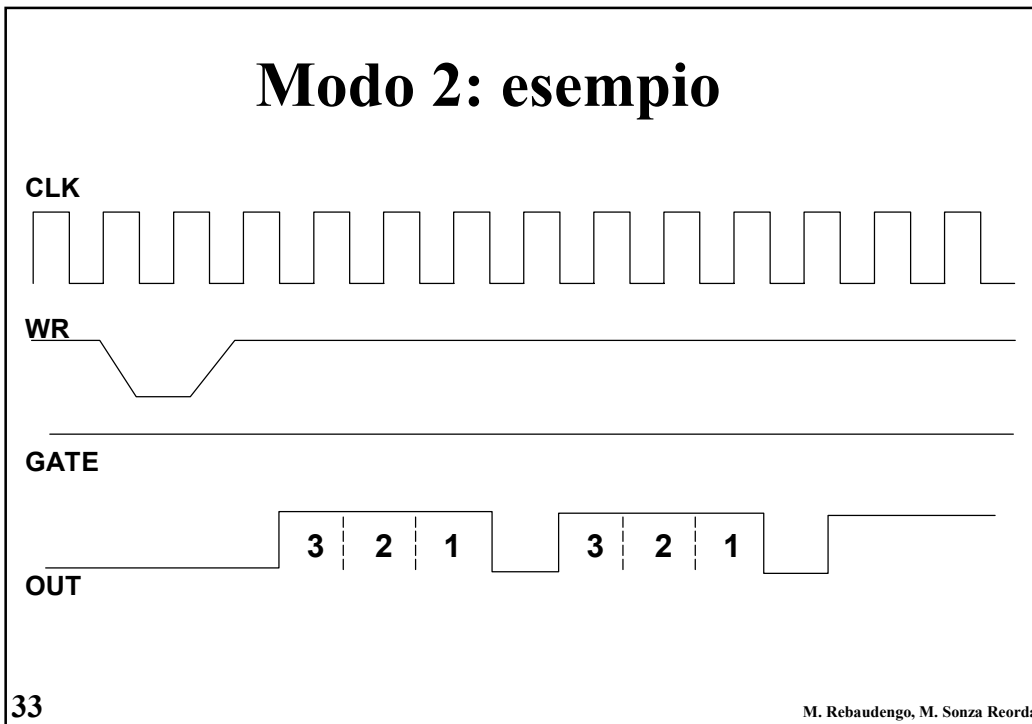
In questo caso il contatore funziona come divisore di frequenza.

Ogni n cicli su CLK, OUT resta basso per un ciclo.

Il conteggio parte al caricamento del contatore; un nuovo caricamento non interessa il conteggio in corso, ma il successivo.

Quando il segnale di GATE è basso, OUT rimane fisso al valore alto; il successivo fronte di salita fa ripartire il conteggio da capo.

32 M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda



Esercizio

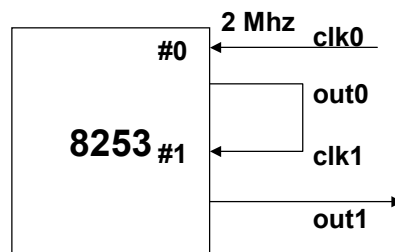
Si voglia generare un segnale che ogni 4 secondi scateni una richiesta di interruzione.

Si supponga di disporre di un clock con frequenza 2 Mhz.

Soluzione:

Il numero di impulsi che devono essere contati è pari a 8.000.000. Tale cifra non è rappresentabile su 16 bit e quindi occorre utilizzare due contatori in cascata.

Schema h/w:



35

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

```

MOV     DX, 43h
MOV     AL, 34h    ; contatore 0, modo 2, binario
OUT     DX, AL
MOV     AL, 64h    ; contatore 1, modo 2, binario
OUT     DX, AL
MOV     DX, 40h
MOV     AX, 50000 ; 8,000,000 / 160
OUT     DX, AL    ; LSB contatore 0
MOV     AL, AH
OUT     DX, AL    ; MSB contatore 0
INC     DX
MOV     AL, 160
OUT     DX, AL    ; LSB contatore 1

```

36

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Modo 3

(Generatore di onde quadre)

Analogo al modo 2, ma il segnale OUT resta alto per metà del ciclo.

Se n è dispari, OUT resta basso per $(n-1)/2$ colpi di CLK e alto per $(n+1)/2$ colpi.

37 M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Modo 3: esempio

The diagram shows four signals over time:

- CLK**: A regular square wave.
- WR**: A pulse that starts low, goes high for 4 clock cycles (labeled $n=4$), and then returns to low.
- OUT (n=4)**: A square wave that is high for 2 clock cycles and low for 2 clock cycles, repeating every 4 clock cycles.
- OUT (n=5)**: A square wave that is high for 3 clock cycles and low for 2 clock cycles, repeating every 5 clock cycles.

38 M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Modo 4 (S/W Triggered Strobe)

Eseguito il caricamento, il contatore inizia a decrementarsi, rimanendo alto; al termine va basso per un ciclo di CLK, poi torna alto.

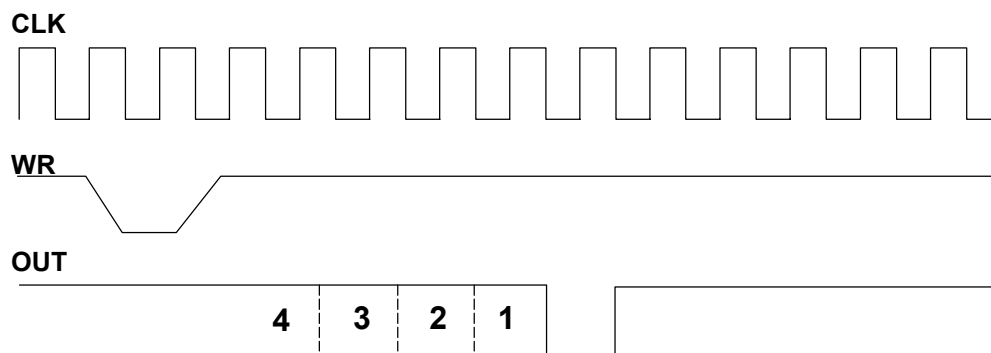
Se il contatore viene ricaricato durante il conteggio, l'operazione corrente non viene influenzata.

Il conteggio viene sospeso quando GATE è basso, per poi riprendere dal punto in cui era stato interrotto non appena GATE ritorna al valore alto.

39

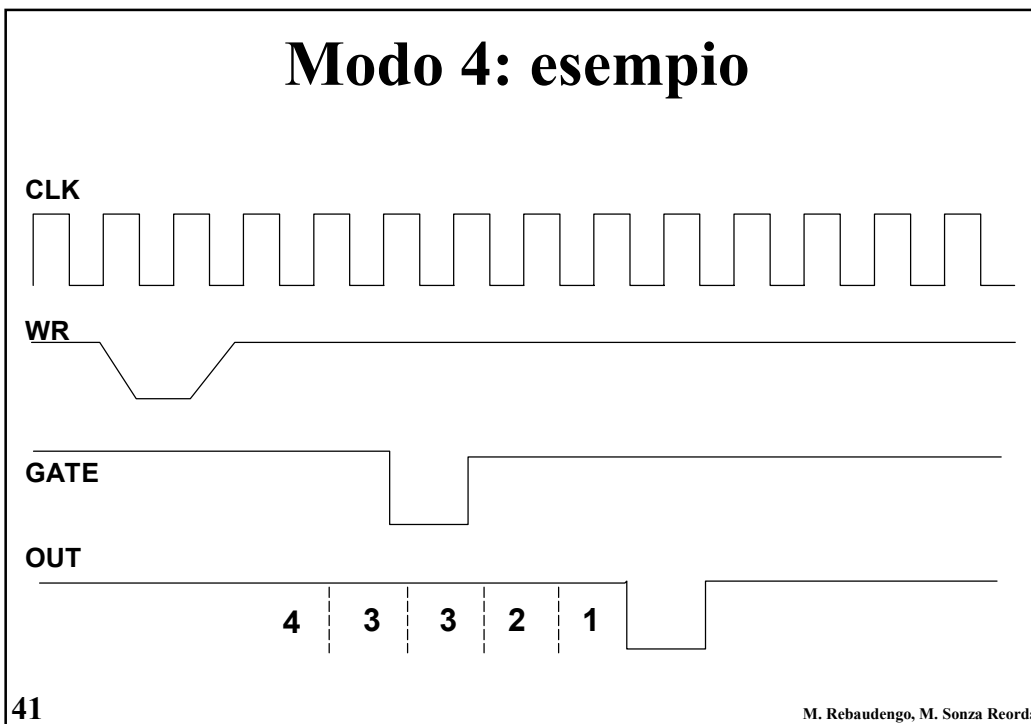
M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Modo 4: esempio



40

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda



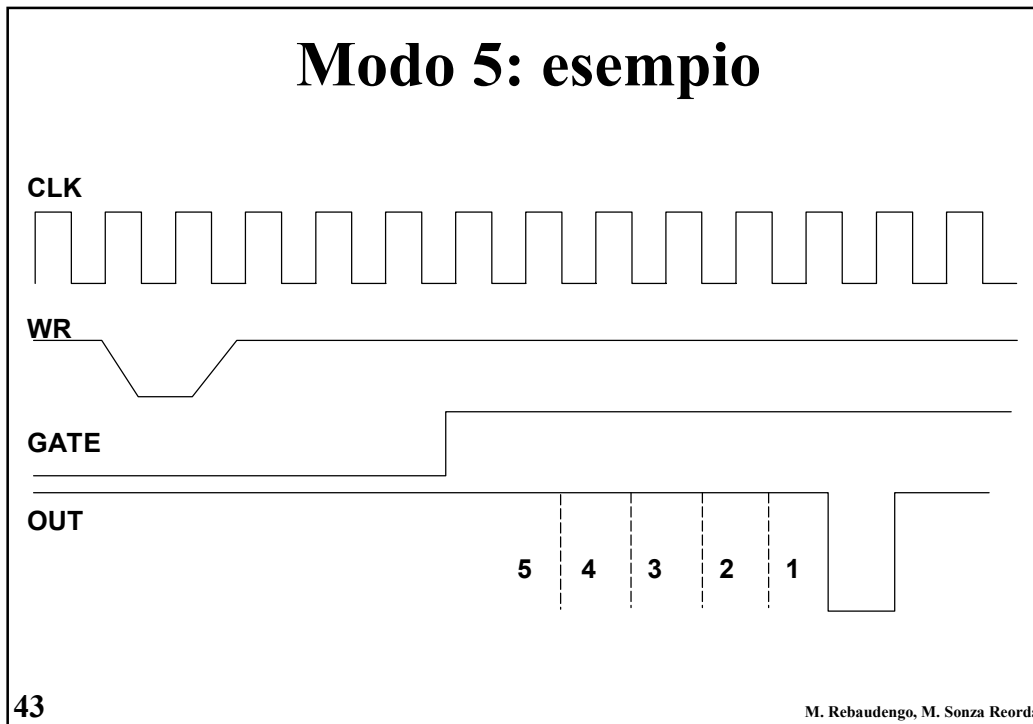
Modo 5

(H/W Triggered Strobe)

Il contatore inizia il conteggio al presentarsi del fronte di salita su GATE, e va basso per un ciclo di CLK al termine del conteggio.

Il contatore riparte da capo ad ogni fronte di salita di GATE.

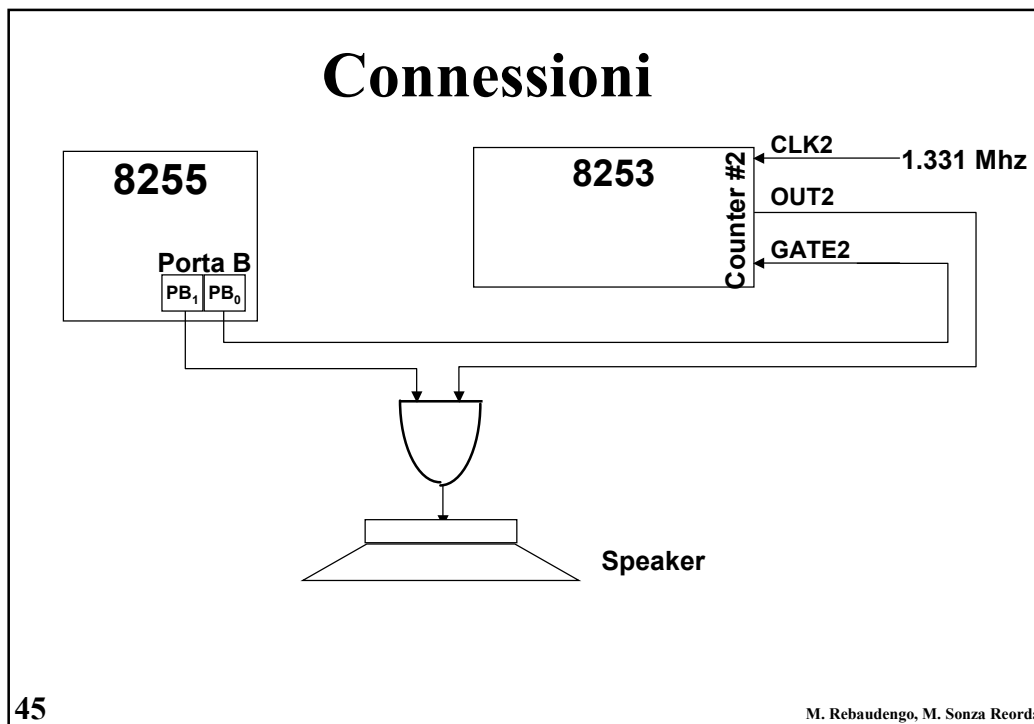
42 M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda



Esempio

Verrà descritto il modo in cui all'interno di un PC è connesso lo speaker, e come il suo funzionamento possa essere programmato via software.

44 M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda



Connessioni (II)

La porta B dell'8255 ha il bit 0 connesso al segnale di GATE2 dell'8253 ed il bit 1 in ingresso ad una porta di AND.

Il secondo ingresso della porta AND è il segnale OUT del contatore 2 dell'8253.

L'uscita della porta AND pilota uno speaker acustico.

Indirizzi:

8255 (Porta B) ⇒ 61h

8253 ⇒ 40h ÷ 43h.

Codice

Viene proposto il codice della procedura `beep`, che riceve in `DI` la frequenza in Hz, ed in `BX` la durata in centesimi di secondo del suono desiderato.

47

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

```
PB_8255 EQU 61h ; porta B dell'8255
C2_8253 EQU 42h ; cont. 2 dell'8253
CW_8253 EQU 43h ; Control Word dell'8253
.CODE
BEEP PROC
    PUSH AX
    PUSH BX
    PUSH CX
    PUSH DX
    MOV AL, 0B6h ; contatore 2, 2 byte, modo 3,
                ; conteggio binario
    OUT CW_8253, AL
    MOV DX, 14h
    MOV AX, 4F38H ; 144F38h = 1331000
                  ; = freq. clock
    DIV DI
```

48

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

```

        OUT  C2_8253, AL      ; frequenza (LSB)
        MOV  AL, AH
        OUT  C2_8253, AL      ; frequenza (MSB)
        IN   AL, PB_8255
        MOV  AH, AL
        OR   AL, 03h
        OUT  PB_8255, AL      ; abilita beeper
11:     MOV  CX, 2801
12:     LOOP 12
        DEC  BX
        JNZ  L1
        MOV  AL, AH
        OUT  PB_8255, AL      ; disabilita beeper
        POP  DX
        POP  CX
        POP  BX
        POP  AX
        RET
BEEP   ENDP

```

49

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

```

lab:    MOV  CX, n
        LOOP LAB

```

Quanto deve valere n affinché il ciclo duri 10 msec?

durata LOOP:

17 colpi di clock se ripete;

5 colpi di clock se non ripete.

durata MOV:

4 colpi di clock.

Deve quindi essere

$$[17(n-1)+5+4]T = 0.01 \text{ sec}$$

T è il periodo del processore. Se il clock ha frequenza 5 Mhz, si ha n = 2801.

50

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Programma Principale

; Suona una scala che va da 500 a 2000 Hz.

; Ogni nota dura 150msec.

.STARTUP

MOV DI, 500

MOV BX, 15

again: CALL BEEP

ADD DI, 20

CMP DI, 2000

JB again

.EXIT

END

51

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda

Note Musicali

Frequenza delle note nell'ottava centrale del pianoforte:

DO 261,7 Hz

RE 293,7 Hz

MI 329,6 Hz

FA 349,2 Hz

SOL 392,0 Hz

LA 440,0 Hz

SI 493,9 Hz

52

M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda