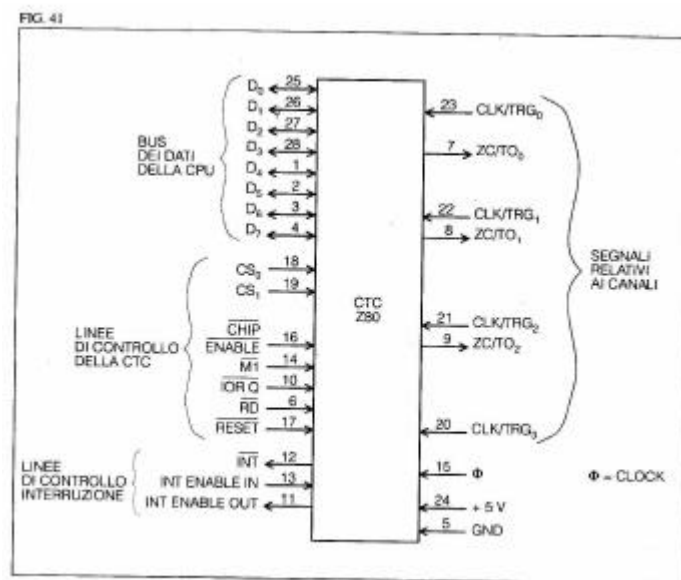


CONTATORE/TIMER PROGRAMMABILE CTC Z80	1
Piedinatura	2
Struttura interna	4
Modo timer	5
Modo Counter	8
Programmazione del CTC	13
Gerarchia di priorità delle interruzioni	17
Interfacciamento	17

Contatore/Timer programmabile CTC Z80

Si tratta di un contatore programmabile utilizzabile dallo Z80 per misurare intervalli di tempo attraverso il conteggio del clock del sistema , oppure eventi esterni (uscite di sensori, ecc.) attraverso le linee clock/trigger (vedi piedinatura). Un CTC contiene al suo interno, quattro contatori diversi numerati da 0 ad 1.

Piedinatura



IL chip deve poter essere interfacciato con il microprocessore per cui presenta otto piedini per poter essere collegato al bus dati. Come ogni dispositivo collegabile al bus di una scheda a microprocessore, deve avere uscite di tipo three state, per cui necessita di un segnale di abilitazione da parte del microprocessore (CE\ Chip Enable). Al contatore arriva soltanto il segnale RD\ : quando tale segnale è a zero , il microprocessore vuole leggere un dato dalla periferica, quando il segnale è ad uno, il microprocessore vuole scrivere. Il CTC può generare interruzioni per cui presenta una linea INT\ che va alla linea omonima d'ingresso del microprocessore. Tale dispositivo programmabile è progettato per lavorare con le modalità di gestione delle interruzioni dello Z80, per cui necessita degli ingressi M1 e IORQ, in modo da sapere, dopo aver generato un'interruzione, quando il microprocessore esegue il ciclo di riconoscimento delle interruzioni. Il CTC può essere collegato in daisy chain con altri dispositivi per cui presenta l'ingresso IEI (interrupt enable input) e l'uscita IEO

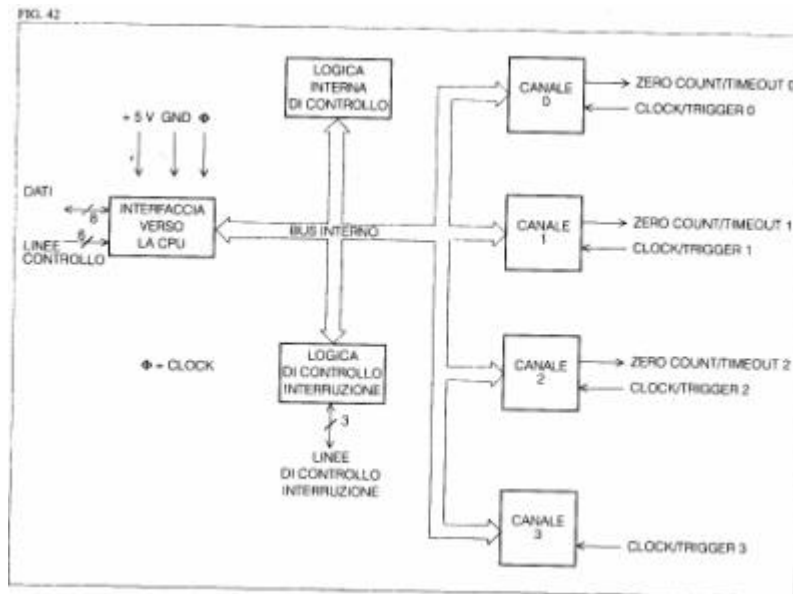
(interrupt enable output). Abbiamo accennato al fatto che all'interno del dispositivo sono presenti quattro contatori che possono essere programmati indipendentemente l'uno dall'altro. Occorre allora sapere a quale contatore il microprocessore voglia fare riferimento. Questa funzione è assolta dai piedini CS1 e CS0, secondo la seguente tabella

<i>CS1</i>	<i>CS0</i>	<i>SIGNIFICATO</i>
0	0	CONTATORE 0
0	1	CONTATORE 1
1	0	CONTATORE 2
1	1	CONTATORE 3

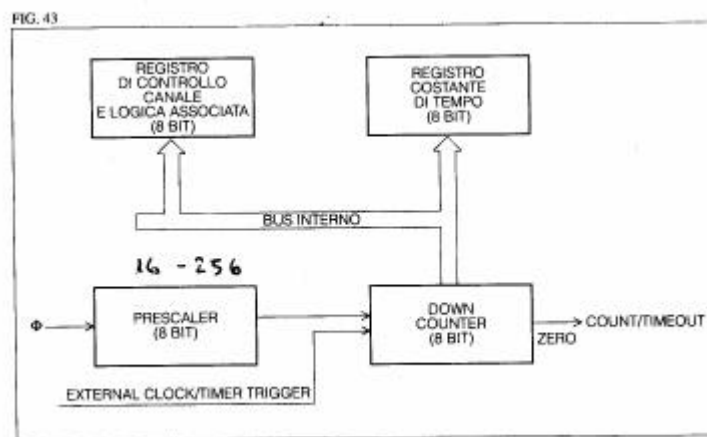
Ogni contatore presenta un ingresso CLK/TRG (clock/trigger) che serve se il contatore funziona da contatore di eventi: il segnale associato all'evento da contare va inviato a tale ingresso. Ogni contatore presenta, poi, un segnale di uscita denominato ZC/TO (zero count/time out) che serve a segnalare all'esterno che il contatore ha terminato il suo conteggio. Da notare che il quarto contatore (il contatore tre) non ha segnale di uscita per cui può segnalare che ha terminato il suo conteggio soltanto tramite la generazione di un'interruzione. Il piedino di RESET esegue il reset dei contatori. Oltre all'azzeramento dei contatori e al blocco dei conteggi eventualmente in corso, le linee del CTC vengono poste in three-state e viene disabilitata la generazione delle interruzioni.

Struttura interna

La struttura interna di un CTC è descritta nella figura seguente



la struttura di ogni singolo canale o contatore è la seguente



si può notare la presenza di un registro di controllo canale che conterrà la channel control word (vedi più avanti) la parola di controllo, cioè, che specifica i dettagli del funzionamento impostato per il contatore. Esiste poi un registro della costante di tempo destinato a contenere la costante di tempo cioè il numero che il contatore deve contare. Il nucleo del contatore è un contatore down a 8 bit. Il segnale ZC/TO è l'uscita di questo contatore down. Il segnale clock/trigger va direttamente al down

counter mentre il segnale di clock di sistema non va direttamente al down counter ma passa per un prescaler: il senso di questa organizzazione apparirà chiaro quando parleremo delle modalità di funzionamento dei contatori.

Modo timer

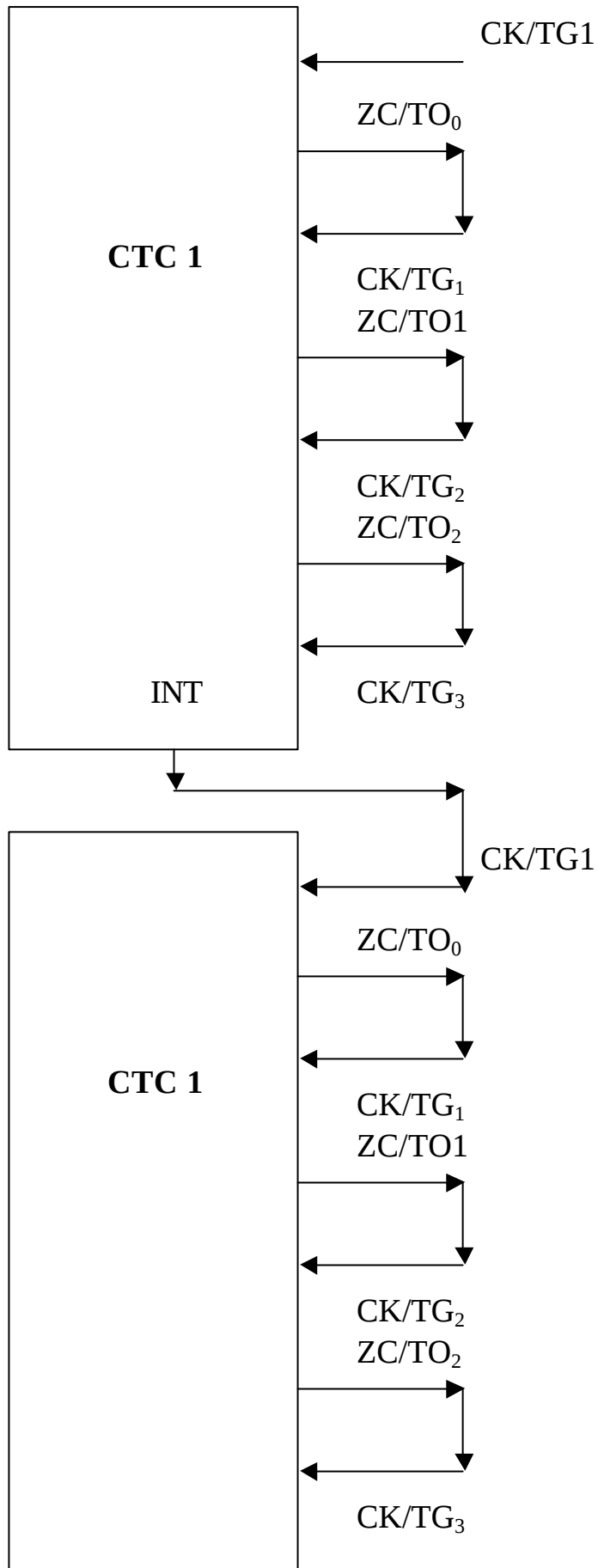
Quando è impostato in modo timer un contatore assolve al compito di misurare intervalli di tempo mediante il conteggio degli impulsi di clock del sistema. Ricordiamo che tali impulsi non vanno direttamente al contatore ma ad un prescaler che è una sorta di contatore che può contenere soltanto i valori 16 o 256. se ad esempio, il prescaler è impostato a 16, esso conta 16 impulsi di clock ed invia un segnale al down counter. Dunque il numero contenuto nel down counter decresce di un'unità ogni 16 impulsi di clock. Se, ad esempio, nel down counter è impostata la costante di tempo 200, esso giungerà a fine conteggio dopo $16 \times 200 = 3200$ impulsi del clock del sistema. Se il sistema opera ad una frequenza, ad esempio, di 1 MHz, il periodo di clock è di 1 microsecondo, per cui il contatore, segnalando di aver terminato il conteggio, segnala che è trascorso un intervallo di tempo pari a 3200 microsecondi. I contatori 0, 1, 2 segnalano di essere arrivati a zero con un impulso di durata pari ad un ciclo di clock sull'uscita zerocount/timeout e, se sono abilitati, generano un'interruzione. Il contatore numero 3, non disponendo di un'uscita può generare soltanto un'interruzione. Quando il contatore termina il conteggio, la costante di tempo, conservata nel registro della costante di tempo viene caricata nuovamente nel contatore ed il conteggio riprende automaticamente.

Il contatore può essere programmato per partire appena si scrive la costante di tempo (partenza software) o su impulso dell'ingresso CK/TG che funziona da trigger (partenza hardware)

Dato un clock con frequenza di 1 megahertz e quindi periodo di 1 microsecondo, il massimo intervallo di tempo che un contatore del CTC può misurare si ottiene impostando il prescaler a 256 ed il contatore a 256

$$T = T_{CK} * P * N = 1\mu s * 256 * 256 = 65536\mu s.$$

Gli intervalli di tempo misurabili mediante CTC si possono aumentare ponendo più contatori in cascata (vedi figura)



Il contatore zero del primo CTC funziona da timer e conta gli impulsi di clock del sistema. Tutti gli altri contatori funzionano da counter. L'uscita ZC/TO del contatore zero rappresenta l'ingresso CK/TG del contatore 1. Il contatore zero invierà un impulso al contatore uno ogni volta che avrà completato il suo conteggio, cioè ogni 65536 μ s. Supponendo che anche nel contatore uno sia caricato il numero 256, si ha che esso giungerà a zero dopo un tempo pari a

$$T = 65536\mu s * 256 = 16777216 \mu s \sim 16.78 \text{ secondi}$$

L'uscita ZC/TO del contatore uno può essere inviata all'ingresso CK/TG del contatore due. Se la costante di tempo di questo contatore è pari a 256, il contatore due arriverà a zero dopo un intervallo di tempo pari a

$$T = 16.78 * 256 = 4295.68 \text{ secondi} \sim 71 \text{ minuti}$$

Collegando il contatore due al contatore tre, quest'ultimo (ammesso che la sua costante di tempo sia pari a 256) genera un'interruzione dopo un tempo

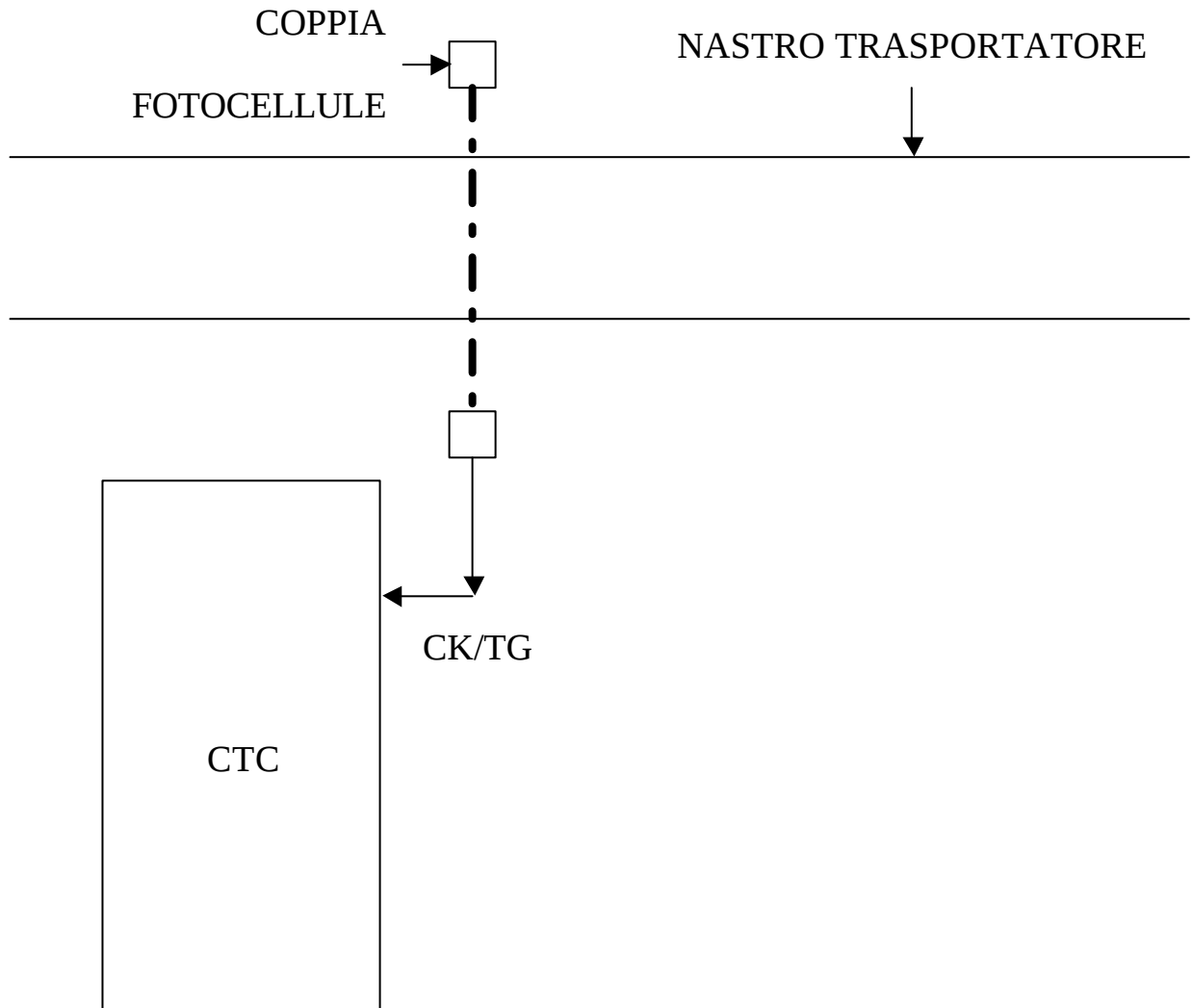
$$T = 256 * 71 = 18176 \text{ minuti} \sim 303 \text{ ore.}$$

Come si vede dalla figura possiamo collegare più CTC in cascata e proseguire all'infinito.

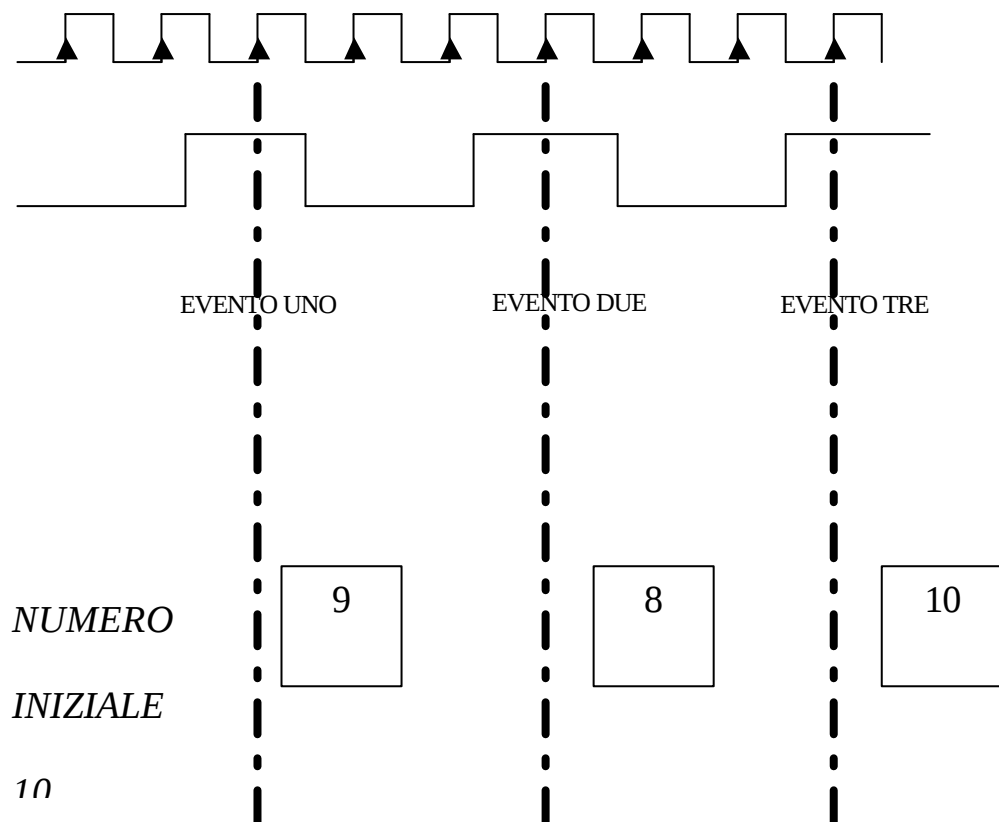
Modo Counter

In tale modo il contatore deconta i fronti attivi del segnale CK/TG. In tale modalità possiamo usare il CTC come contatore di eventi. Nell'esempio di figura il CTC conta i pacchi che transitano sul nastro trasportatore. Quando un pacco attraversa il fascio

prodotto da una coppia di fotocellule, interrompendola, viene generato un impulso inviato all'ingresso CK/TG del contatore del CTC.

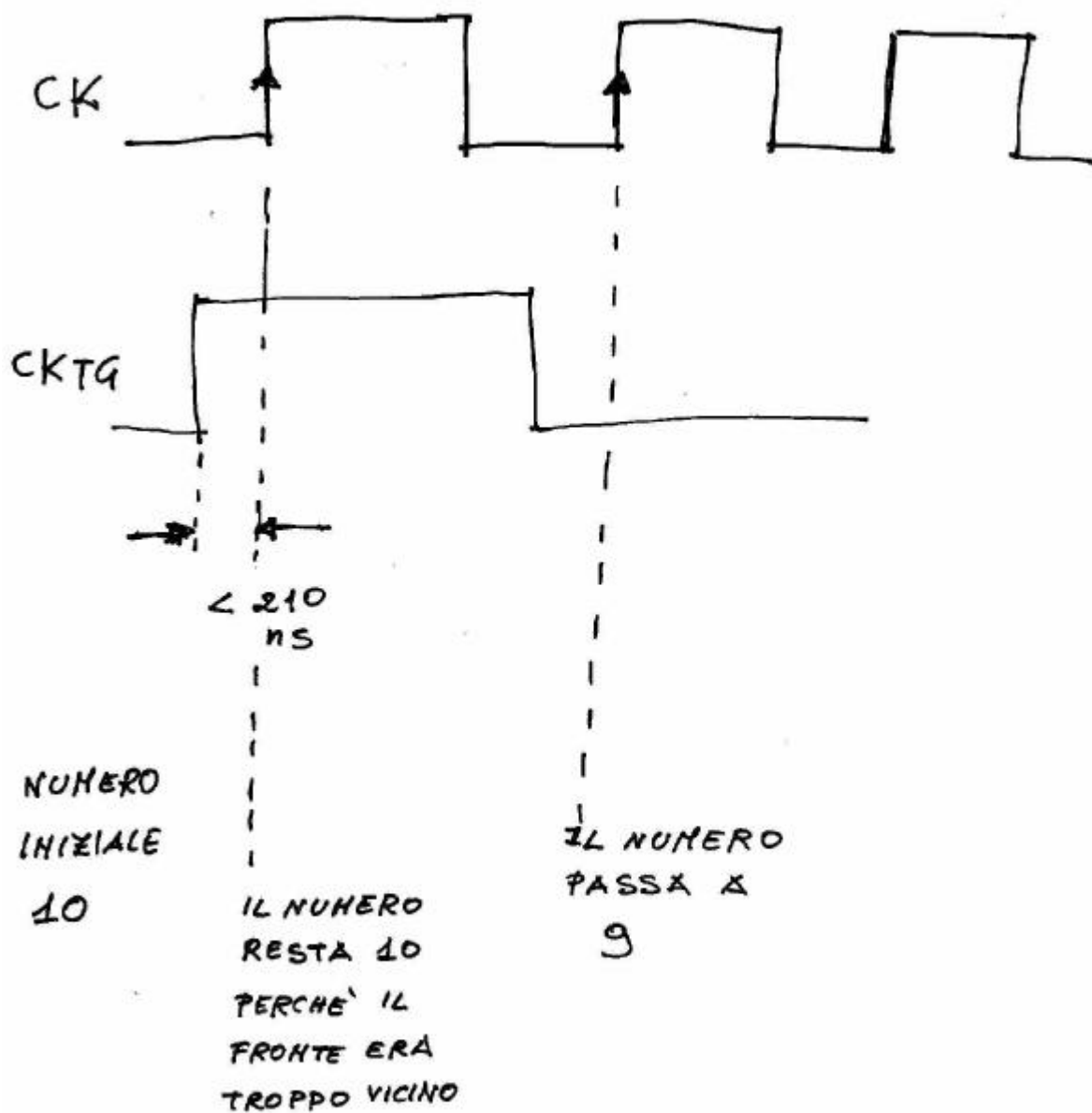


gli eventi contati sono naturalmente asincroni rispetto ai fronti del clock. Come si può vedere dalla figura seguente, essi vengono registrati dal contatore in corrispondenza del primo fronte di salita successivo del clock



ci sono, però, delle specifiche da rispettare:

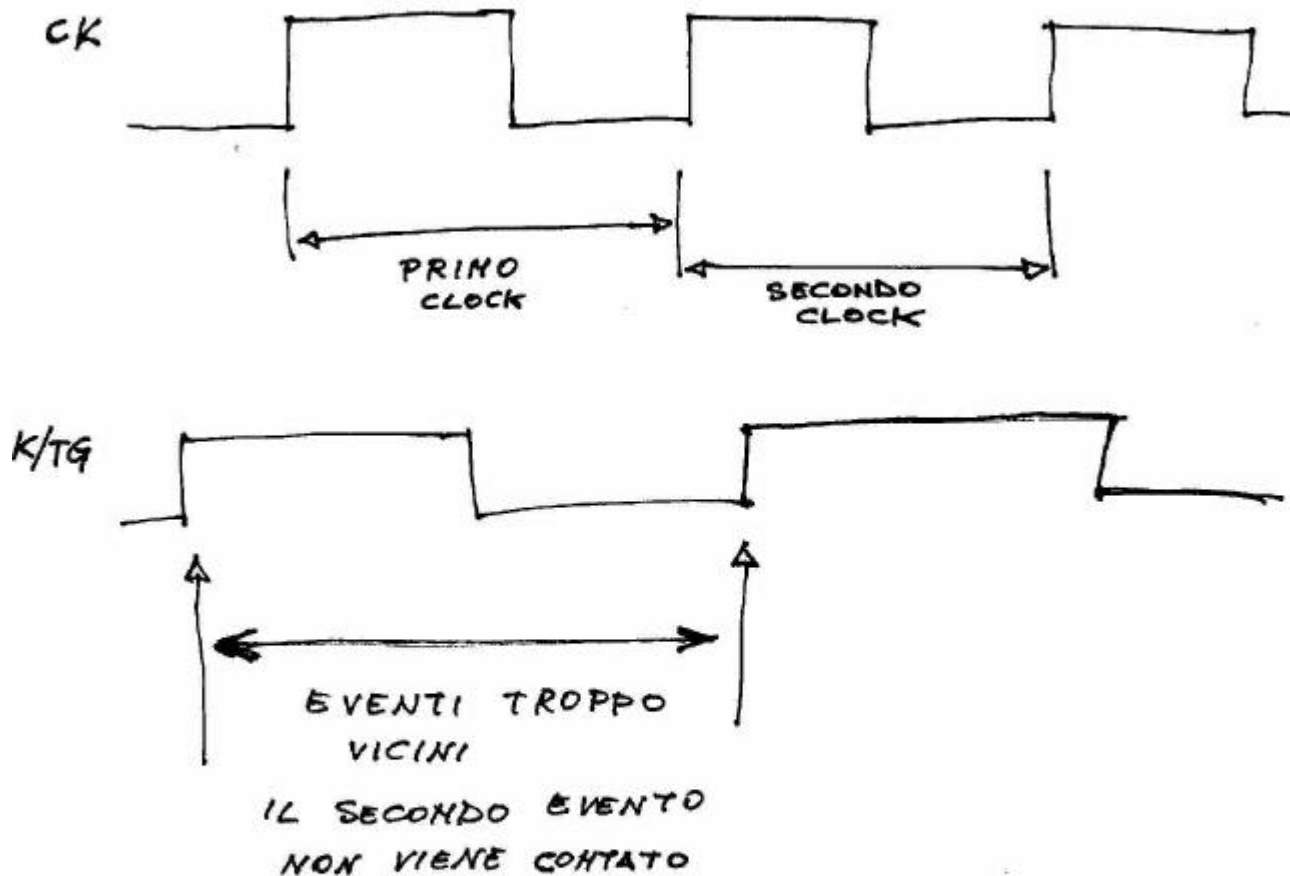
- innanzitutto l'impulso generato dall'evento deve avere una durata minima (200 nanosecondi nella versione base del CTC),
- il fronte di salita del clock deve distare dal fronte attivo dell'evento almeno 210 nanosecondi, altrimenti esso verrà registrato sul fronte successivo del clock (vedi figura)



FIGURA

28

- inoltre se gli eventi si susseguono troppo rapidamente il contatore non è in grado registrarli, essi devono essere distanti almeno due cicli di clock (vedi figura seguente)



FIGURA

3

Programmazione del CTC

Per programmare un CTC occorre inviare al singolo CTC

- una channel control word (parola di controllo canale)

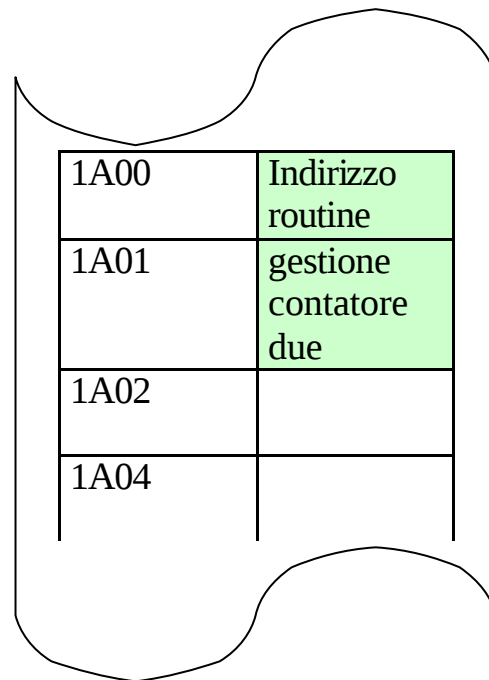
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
----	----	----	----	----	----	----	----

Dove

- D0 è sempre pari ad 1
- D1 ha significato nel caso il contatore, all'atto della programmazione, stia già effettuando un conteggio: se il bit è pari a zero, la scrittura della nuova parola di controllo non interrompe il conteggio in atto, se esso è pari ad 1, la nuova channel control word determina un reset software del contatore, il suo contenuto si azzerà e per riprendere a funzionare il contatore deve attendere una nuova costante di tempo
- D2 uguale a zero indica che non segue una costante di tempo per cui può essere utilizzato quando si vuole riprogrammare il contatore senza modificare la costante di tempo,;: se il bit è pari ad 1, indica che seguirà una costante di tempo per cui il canale interpreterà il prossimo byte in arrivo come il numero da contare
- D4 a zero indica che il fronte attivo dell'ingresso clock/trigger è quello di discesa, se il bit è ad uno indica che il fronte attivo è quello di salita
- D6 sceglie la modalità di funzionamento: se è a zero impone al contatore di funzionare come timer, se è ad uno impone il funzionamento come counter
- D7 pari a zero disabilita la generazione di interruzioni, se è pari ad uno abilita la generazione di interruzioni

- D3 ha senso soltanto se si vuole programmare il contatore in modalità timer (se si vuole programmarlo in modalità counter il suo valore è indifferente): esso determina se il conteggio si avvia con partenza software (bit a zero) o con partenza hardware (bit a uno)
- D5 ha senso soltanto se si vuole programmare il contatore in modalità timer (se si vuole programmarlo in modalità counter il suo valore è indifferente): esso imposta il valore del prescaler a 16 (bit a zero) o a 256 (bit a 1)
- Alla channel control word segue (se il suo bit D2 è ad 1) la costante di tempo (time constant word) che può valere da 0 a 255: va rilevato che lo 0 viene interpretato come il numero 256
- Al contatore va inviato infine la interrupt control word, cioè la parte bassa del vettore delle interruzioni, il byte che il contatore deve inviare al microprocessore quando quest'ultimo esegue il ciclo di riconoscimento relativo a un'interruzione del contatore. Nel caso del CTC vi è una particolarità: il bit D0 è sempre a zero come ogni interrupt control word ma i bit D1 e D2 non possono essere fissati a piacere in quanto il CTC vi inserisce un valore corrispondente al canale in considerazione: se stiamo programmando il contatore zero i due bit verranno posti automaticamente a 00, se stiamo programmando il contatore 1 i due bit verranno posti a 01, se stiamo programmando il contatore due avremo 10, se stiamo programmando il contatore tre avremo 11.

Il particolare è molto importante. Supponiamo ad esempio, che la tabella dei vettori delle interruzioni sia posta in memoria a partire dall'indirizzo 1A00, e supponiamo di volere porre a questo indirizzo e a quello successivo l'indirizzo della routine che gestisce l'interruzione del contatore due.



Il contatore zero, in caso di interruzione, dovrebbe restituire dunque il byte 00. Ne deriva che, quando si programma il contatore due, gli si dovrebbe inviare come interrupt vector word, il byte 00H ma il CTC sostituisce automaticamente i bit 1 e 2 con 10 per cui il byte diventa il seguente

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	1	0	0

pari a 04H. il microprocessore, dunque, in caso di interruzioni da parte del contatore due, non sarebbe in grado di recuperare l'indirizzo giusto della

routine che gestisce l'interruzione del contatore poiché andrebbe a leggere nella tabella dei vettori delle interruzioni all'indirizzo 1A04 e non 1A00.

Gerarchia di priorità delle interruzioni

I quattro canali o contatori del CTC sono in daisy chain fra loro per cui il contatore zero ha priorità più alta rispetto al contatore 1, questo rispetto al contatore 2 e così via.

Interfacciamento

Un esempio di interfacciamento è quello della figura seguente.

Per attivare il decoder si deve avere

<i>Pin</i>	<i>Valore</i>
<i>A4</i>	1
<i>A3</i>	0
<i>A2</i>	0

Per attivare il CTC si deve attivare l'uscita 1 del decoder per cui deve essere

<i>Pin</i>	<i>Valore</i>
<i>A7</i>	0
<i>A6</i>	1
<i>A5</i>	0

I piedini A_1 e A_0 individuano il contatore all'interno del CTC per cui gli indirizzi diventano

<i>A7</i>	<i>A6</i>	<i>A5</i>	<i>A4</i>	<i>A3</i>	<i>A2</i>	<i>A1</i>	<i>A0</i>	<i>Indirizzo</i>	<i>Contatore</i>
0	1	0	1	0	0	0	0	50h	Contatore 0
0	1	0	1	0	0	0	1	51h	Contatore 1
0	1	0	1	0	0	1	0	52h	Contatore 2
0	1	0	1	0	0	1	0	53h	Contatore 3

