

Supervisore Prof. **Giancarlo Fionda**
Insegnante di Elettronica

VERIFICA DEL COMPORTAMENTO DI CONTATORI SINCRONI PROGRAMMABILI BIDIREZIONALI E VINCOLI VARIAZIONE DEL CONTEGGIO SU VISUALIZZATORE A DISPLAY A LED A 7 SEGMENTI.

Si esamina il funzionamento dei contatori sincroni programmabili bidirezionali

- 74LS190 BCD modulo 10
- 74LS193 binario modulo 16

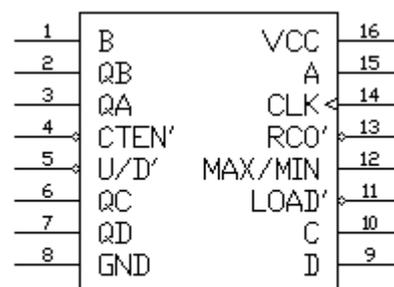
e si visualizza il conteggio su visualizzatore a display LED a 7 segmenti.

Tali contatori hanno la possibilità del caricamento parallelo asincrono. Si tratta, quindi, di contatori somma/sottrazione; infatti, il fatto di poter ridisporre il valore numerico di inizio conteggio permette, nel caso di conteggio up, di ottenere un valore pari alla somma del valore predisposto e del numero di impulsi di clock contati; nel caso di conteggio down, si ottiene una differenza tra il numero predefinito e gli impulsi di clock.

Contatore 74LS190 - Contatore decadico a 16 pin.

Tutti i segnali posti sulla sinistra sono ingressi, quelli posti nella destra sono uscite. Nel simbolo logico ANSI/IEEE è presente un blocco superiore di controllo che agisce su tutti gli altri quattro blocchi [1], [2], [4] e [8] (il numero indica il peso del bit in uscita). Nel blocco di controllo la sigla CTRDV10 indica che si tratta di contatore-divisore modulo 10. I terminali di ingresso A, B, C e D dispongono di latch (5D, 5 = numero d'ordine assegnato a tali ingressi; D= latch) controllati dall'ingresso attivo basso \overline{LOAD} , che condiziona (C5, C= condiziona, 5= linee con tale numero d'ordine) tutte le linee di ingresso contrassegnate dal numero 5 (ovvero A, B, C, D). L'ingresso D/\overline{U} permette di selezionare il modo di funzionamento in avanti (M3) e all'indietro (M2). Il terminale di abilitazione del conteggio \overline{CTEN} condiziona una relazione di AND (G1, G = gate, 1 = numero d'ordine) le funzioni dei terminali contrassegnati con 1 (il clock e l'uscita \overline{RCO}).

Il clock CLK è attivo sul livello basso con uscita ritardata a fine impulso (come indicato in uscita col simbolo \rightarrow); ai fini pratici l'ingresso di clock è indicato come attivo nel fronte di salita. La notazione 1,2- / 1,3+ significa che nel fronte positivo del clock si possono avere due modalità di lavoro: 1,2- dà il conteggio in avanti se si opera in modalità 2, sempre che sia attivo l'ingresso G1; 1,3+ dà il conteggio in avanti se si opera in modo 3, sempre che sia attivato l'ingresso G1. L'integrato è anche dotato di due uscite MAX/MIN e \overline{RCO} per il collegamento in cascata di altri integrati.



74190

RCO = Ripple Clock Out

L'uscita MAX/MIN (uscita di fine conteggio) fornisce un impulso positivo della durata approssimativa di un periodo di clock quando il contatore giunge alla fine del conteggio sia in avanti sia all'indietro (CT = 0 nel modo 2 e CT = 9 nel modo 3).

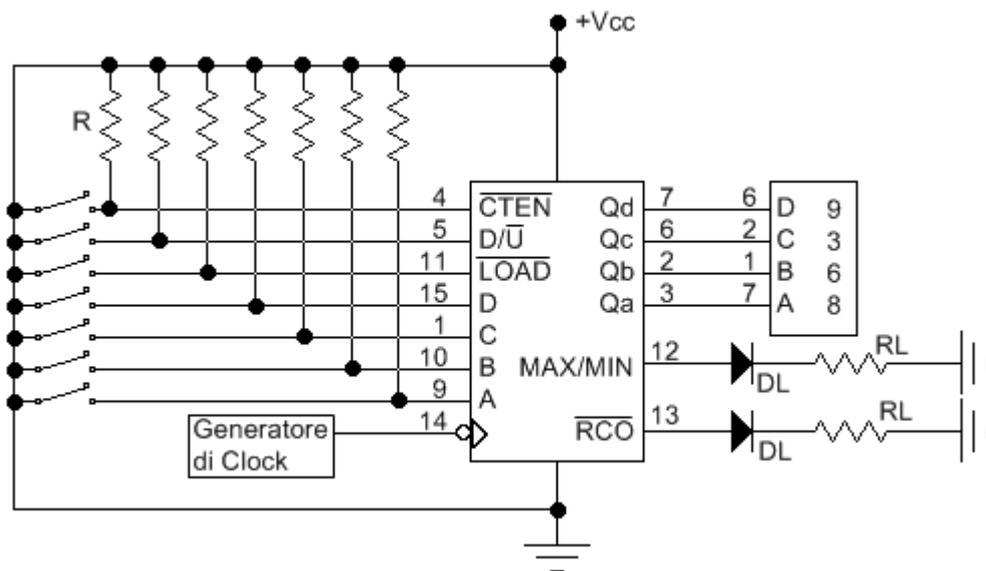
Questa uscita è in relazione di terminazione (Z6) con l'uscita \overline{RCO} , che a sua volta è in relazione AND con \overline{CLK} (G4) e \overline{CTEN} (G1). In altri termini, alla fine del conteggio in uscita MAX/MIN si ha un impulso alto di durata pari a un periodo di clock mentre \overline{RCO} , se il contatore è abilitato e sempre a termine conteggio, durante il semiperiodo basso del clock rimane anche esso basso.

Tabella di verità

INGRESSI				USCITE				FUNZIONE
\overline{LOAD}	\overline{CTEN}	D/ \overline{U}	CLOCK	Qa	Qb	Qc	Qd	
L	X	X	X	A	B	C	D	Resetta le uscite
H	L	L	$\overline{\text{Clock}}$	Conta in avanti				Conta in avanti
H	L	H	$\overline{\text{Clock}}$	Conta all'indietro				Conta all'indietro
H	H	X	$\overline{\text{Clock}}$	Non cambia				Non conta
H	X	X	$\overline{\text{Clock}}$	Non cambia				Non conta

Per resettare il circuito si utilizza l'ingresso di \overline{LOAD} con gli ingressi A, B, C, D a livello basso. Al momento di alimentare il circuito ci si assicura che l'ingresso \overline{LOAD} sia a livello basso; ciò provoca il pre-settamento delle uscite a zero (A = B = C = D = 0). Quando si porta \overline{LOAD} a livello alto e \overline{CTEN} a livello basso, il contatore conta in avanti se l'ingresso D/ \overline{U} è a livello basso; all'indietro se è a livello alto. L'uscita verrà visualizzata su un visualizzatore a display a LED a 7 segmenti.

Schema del circuito



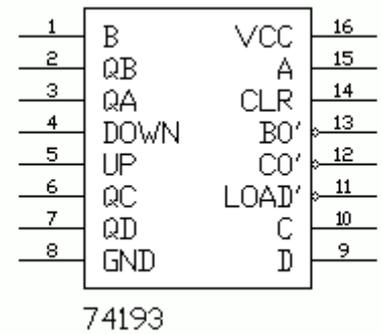
Il valore di R_L si calcola fissando $V_{OHmin} = 2,8V$; $V_L = 2V$; $I_L = 5mA$:

$$R_L = \frac{V_{OHmin} - V_L}{I_L} = \frac{2,8 - 2}{5 \cdot 10^{-3}} = 160\Omega$$

valore commerciale 220 Ω . Per le resistenze R si utilizza il valore 12k Ω .

Contatore 74LS193 - Contatore binario a 4 bit programmabile up/dpwn.

I terminali d'ingresso A, B, C, D dispongono di latch (3D, 3 = numero d'ordine assegnato a tali ingressi; D = latch) controllati dall'ingresso attivo basso \overline{LOAD} , che condiziona (C3, C = condiziona, 3 = linee con tale numero d'ordine) tutte le linee di ingresso contrassegnate dal numero 3 (ovvero A, B, C, D). Il terminale di reset CLR, attivo a livello basso, resetta a zero l'uscita.

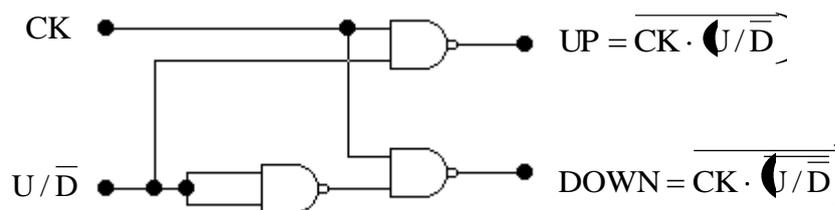


Vi sono due ingressi distinti di clock: uno per il conteggio in avanti UP, l'altro per il conteggio all'indietro DOWN. L'ingresso UP, attivo sul fronte di salita del clock, condiziona con una relazione di AND (G1, G = gate, 1 = numero d'ordine) l'ingresso DOWN(1⁻); e viceversa l'ingresso DOWN, attivo anch'esso sul fronte di salita del clock, condiziona con una relazione di AND (G2) l'ingresso UP(2⁺). + sta per incrementa, - sta per decrementa.

Il significato di ciò è che per un conteggio in avanti si deve collegare il clock all'ingresso UP e mantenere, contemporaneamente, l'ingresso DOWN a livello alto (se a livello basso il contatore conta incrementando i numeri dispari, due per volta; se lasciato scollegato conta tra 0 e 2). Per un conteggio all'indietro si collega il clock all'ingresso DOWN e si mantiene l'ingresso UP a livello alto (se a livello basso il contatore conta decrementando i numeri pari, due per volta; se lasciato scollegato conta tra 5 e 3). La funzionalità del contatore non viene influenzata, se \overline{LOAD} è a livello alto, dagli ingressi A, B, C, D.

Al fine di disporre di una linea d'ingresso UP/\overline{DOWN} , si può utilizzare il seguente circuito (l'effetto negativo nel funzionamento del contatore è quello di ritardare la commutazione del contatore di mezzo impulso di clock):

- Se $U/\overline{D} = H \Rightarrow UP$ riproduce il clock negato e $DOWN = H \Rightarrow$ il contatore conta in avanti;
- Se $U/\overline{D} = L \Rightarrow DOWN$ riproduce il clock negato e $UP = H \Rightarrow$ il contatore conta all'indietro.



Circuito per pilotare i due ingressi di clock UP e DOWN del contatore 74LS193 con un solo segnale di clock ed una linea di comando U/\overline{D} che consente di selezionare il conteggio a incremento e a decremento.

Poiché quando il clock è collegato all'ingresso UP l'ingresso DOWN deve risultare a livello alto, e viceversa, si ha la seguente tabella di verità:

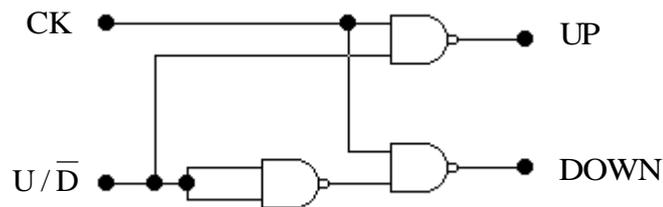
CK	U/\overline{D}	UP	DOWN
0	0	1	0
1	1	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1

Le equazioni dei due ingressi sono:

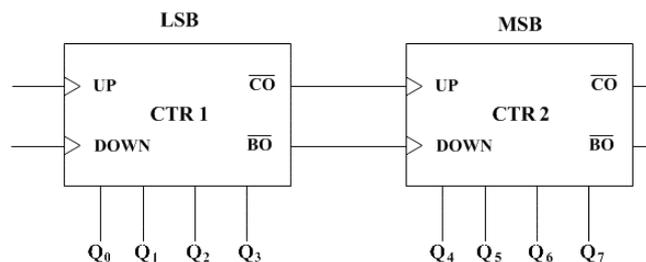
$$UP = CK + \overline{U/\overline{D}} = \overline{\overline{CK} * U/\overline{D}} \quad DOWN = CK + U/\overline{D} = \overline{\overline{CK} * \overline{U/\overline{D}}}$$

Se nelle due equazioni si considera il clock dritto, ciò implicherà un ritardo nella commutazione di mezzo periodo di clock. Le equazioni risultano le seguenti:

$$UP = \overline{\overline{CK} * U/\overline{D}} \quad DOWN = \overline{\overline{CK} * \overline{U/\overline{D}}}$$

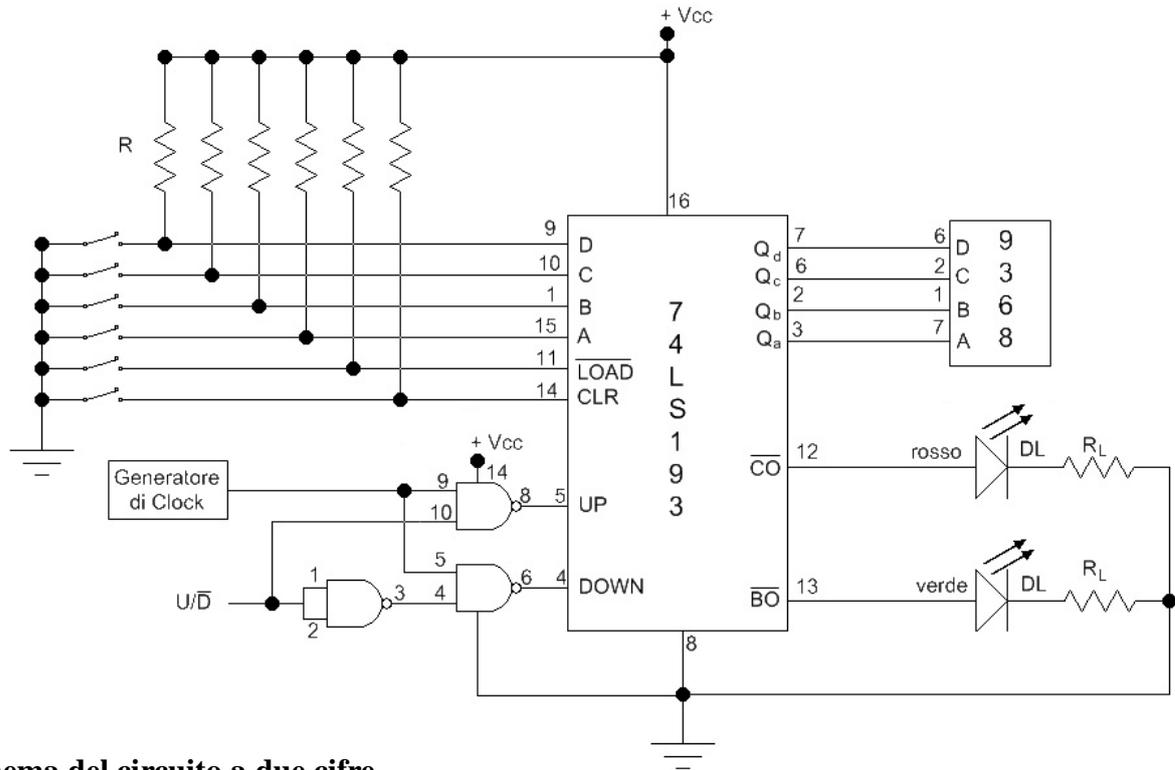


Le uscite attive basse, \overline{CO} (Carry Out, per il riporto nel caso di conteggio in avanti) e \overline{BO} (Borrow Out, per il prestito nel caso di conteggio all'indietro) servono per la connessione in cascata di più contatori. In figura è riportata, relativamente ai piedini interessati, la connessione in cascata di due contatori.

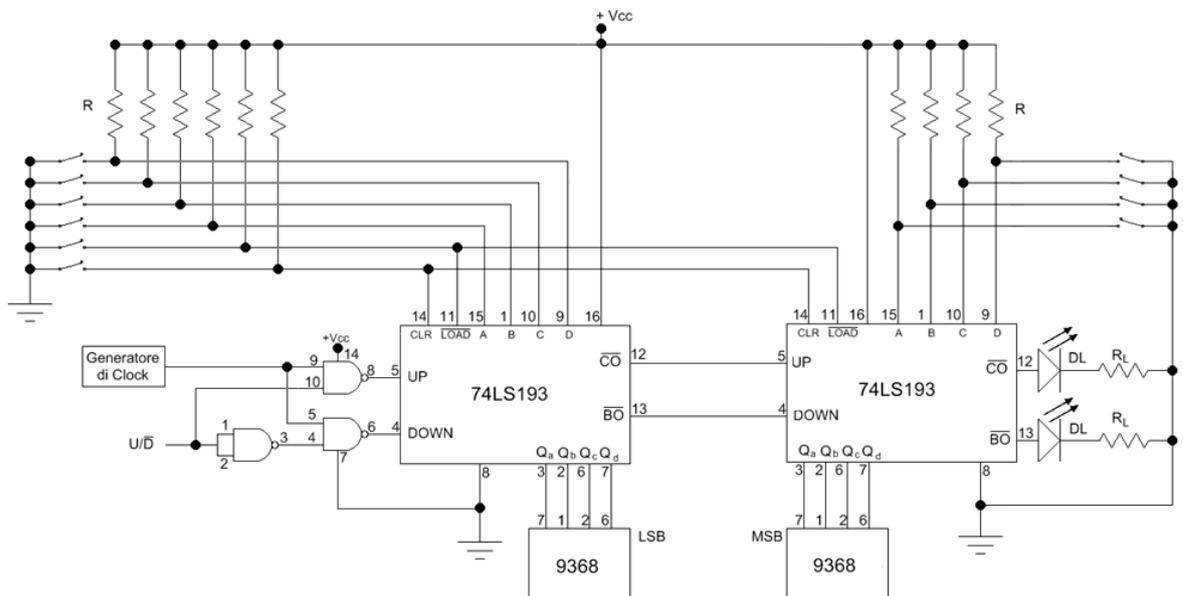


Quando il contatore conta in avanti gli impulsi di clock sono applicati all'ingresso UP di CTR1. Il conteggio si incrementa di una unità ad ogni impulso. Quando si giunge allo stato finale (F), l'unità \overline{CO} (Carry Out) va a livello basso. Al successivo impulso di clock, nel fronte positivo, l'uscita \overline{CO} di CTR1 passa a livello alto e il fronte positivo attiva CTR2, che incrementa il conteggio. Lo stesso impulso di clock incrementa CTR1, che si resetta (0). Nel conteggio a decremento, gli impulsi di clock sono applicati all'ingresso DOWN di CTR1. Quando si giunge allo stato 0, l'uscita \overline{BO} (Borrow Out) va bassa. Al successivo impulso di clock, che resetta a F CTR1, l'uscita \overline{BO} va alta provocando il decremento di CTR2.

Schema del circuito ad una cifra



Schema del circuito a due cifre



Per le resistenze R ed R_L si utilizzano, rispettivamente, i valori $12k\Omega$ e 220Ω .

Sigle e valori dei componenti

- IC: 1 x 74LS190; 2 x 74LS193; 1 x 74LS00.
- R: 10 x $12K\Omega$; 2 x 220Ω .
- LED: 1 rosso; 1 verde.
- 10 micor Switch.

Strumenti e apparecchiature

Basetta di Bread-Bord; Alimentatore 5V; Generatore di Funzione; doppio visualizzatore a display a LED a 7 segmenti.

Procedimento

1. Si monta il circuito col 74LS190.
2. Si settano tutti gli ingressi a livello basso (micro switch chiuso) tranne l'ingresso \overline{CTEN} che verrà settato a livello alto (micro switch aperto) e l'uscita TTL del G.d.F. all'ingresso di clock.
3. Si collega l'alimentazione e si constata che sul display compare 0, ossia il contatore è resettato.
4. Si porta l'ingresso \overline{LOAD} a livello alto e si constata che il contatore non conta.
5. Si porta l'ingresso \overline{CTEN} a livello alto e si constata che il contatore conta in avanti ($D/\overline{U}=0$). Durante il conteggio, l'uscita MAX/MIN è a livello basso e l'uscita \overline{RCO} è a livello basso. A fine conteggio, quando compare il 9, l'uscita MAX/MIN va a livello alto; poco dopo l'uscita \overline{RCO} va a livello alto; quando da 9 il display passa a 0, MAX/MIN ritorna bassa e \overline{RCO} alta.
6. Durante il conteggio si porta l'ingresso D/\overline{U} a livello alto e si constata che il contatore conta all'indietro. Quando il display arriva a 0 e passa poi a 9, le uscite MAX/MIN e \overline{RCO} ripetono il comportamento descritto al punto 5.
7. Si riporta basso l'ingresso D/\overline{U} e il conteggio riprende in avanti.
8. Si verifica la funzione di preset mettendo l'ingresso B a livello alto e ponendo \overline{LOAD} a livello basso. Sul display compare il 2 fisso.
9. Si riporta \overline{LOAD} alto e si constata che il contatore ricomincia a contare da 2.
10. Si monta il circuito col 74LS193 ad una cifra e si collega l'alimentatore.
11. Si pone a livello alto il CLR e si constata che sul display compare 0 fisso.
12. Si mettono a livello basso A, B, C, D e a livello alto \overline{LOAD} .
13. Si collega l'uscita TTL del G.d.F. all'ingresso del clock del 74LS00 (pin 9 e 5) e si pone U/\overline{D} a livello alto (conta in avanti). Il contatore non conta (CLR=H).
14. Si commuta CLR a livello basso e si constata che il contatore conta in avanti, azzerandosi a fine conteggio e ricominciando da capo.
15. Si constata che, a fine conteggio, quando sul display compare F, l'uscita \overline{CO} va bassa nel secondo semiperiodo del clock e ritorna alta al successivo impulso di clock che incrementa il conteggio facendo passare il display da F a 0. L'uscita \overline{BO} rimane sempre alta.
16. Si porta, durante il conteggio CLR alto e si constata che il contatore si azzerava (display=0) e il conteggio riprende da 0 quando il CLR viene settato basso.
17. Durante il conteggio si porta \overline{LOAD} basso e si constata che sul display compare 0 e si arresta il conteggio. Portando \overline{LOAD} alto riprende il conteggio.
18. Si setta B alto. Durante il conteggio si porta \overline{LOAD} basso e si constata che sul display compare 2 e si arresta il conteggio. Portando \overline{LOAD} alto il conteggio riprende da 2 (presettaggio del contatore).
19. Si porta CLR alto (display=0) e U/\overline{D} basso. L'unità \overline{BO} segue l'andamento del clock. Si riporta CLR basso e si constata che il contatore conta all'indietro, azzerandosi a fine conteggio ricominciando da capo.
20. Si constata che a fine conteggio, quando sul display compare 0, l'uscita \overline{BO} va bassa nel secondo semiperiodo del clock e ritorna alta al successivo impulso di clock che decrementa il conteggio facendo passare il display da 0 a F. l'uscita \overline{CO} rimane sempre a livello alto.
21. Si ripetono i punti 17, 18 e 19.
22. Si monta il circuito col 74LS193 a due cifre e si collega l'alimentatore.
23. Si ripetono i punti da 11 a 22 considerando conteggi a due cifre.