

مدار منطقی

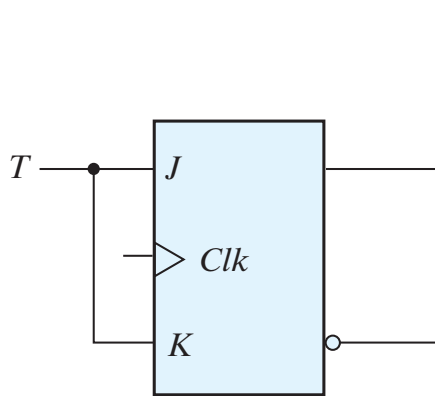
فصل ۶: ثبات‌ها و شمارنده‌ها  
(Registers & Counters)

بخش دوم: شمارنده

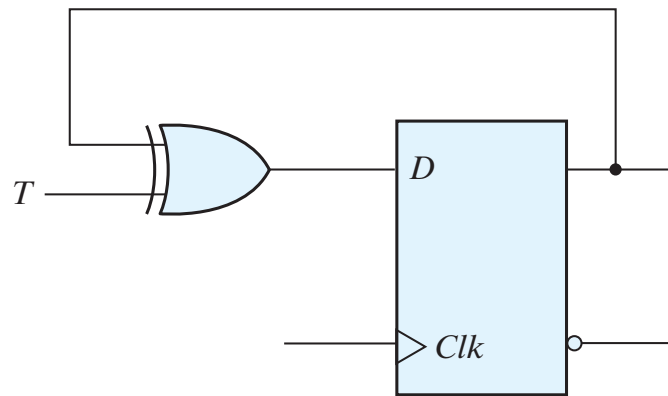
شکل‌های این درس از اسلایدهای ویرایش ۶ کتاب مانو  
اخذ شده است.

# شمارنده ناهمگام (Ripple Counter)

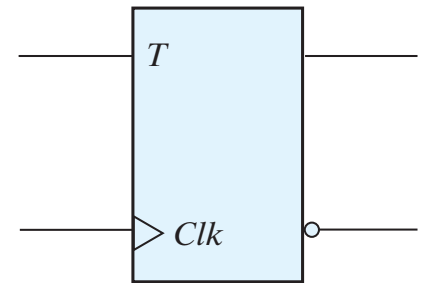
- n-bit binary counter : n FFs
  - ❖ count in binary from 0 through  $2^n - 1$
- Ripple counter (asynchronous) vs. synchronous counter
- Ripple counter : Cascade T FFs
  - ❖ T FF :



(a) From JK flip-flop



(b) From D flip-flop



(c) Graphic symbol

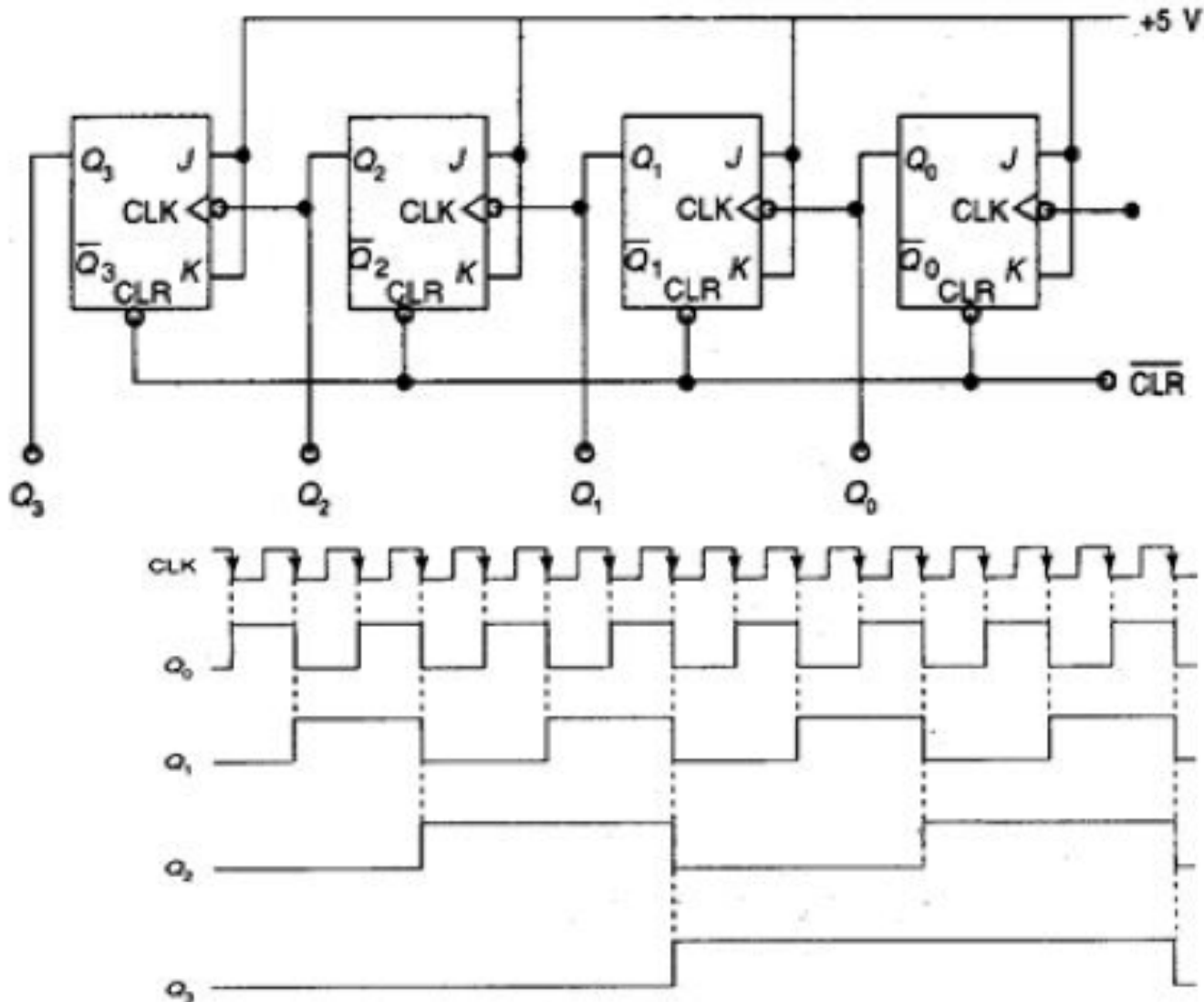
# Four-bit Binary Ripple Counter

Binary Count Sequence

$A_3$	$A_2$	$A_1$	$A_0$
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0

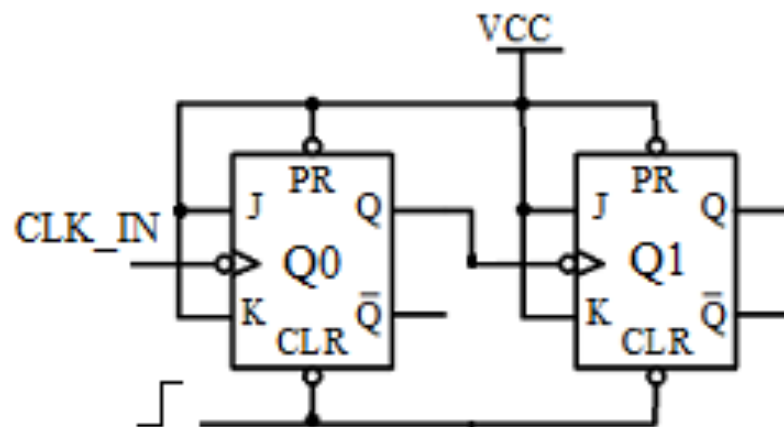
....

# Four-bit (4-stage, Modulo-16, Divide-by-16) Binary Ripple Counter

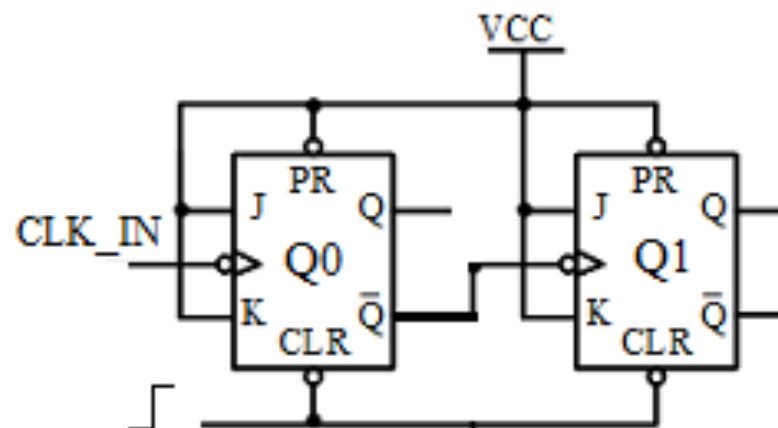


# Binary Countdown Ripple Counter

- اگر خروجی ها را از  $Q'$  بگیریم.
- اگر FF ها با لبه بالارونده کار کنند.
- اگر  $Q'$  ها به clk بعدی بروند.



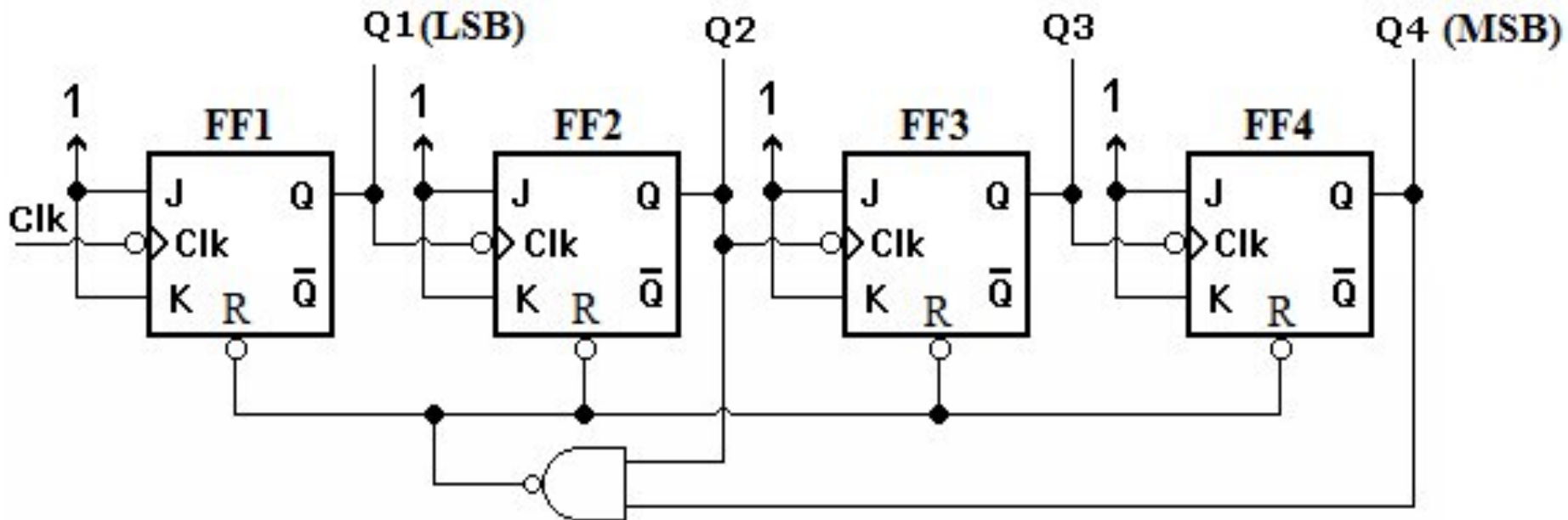
up counter



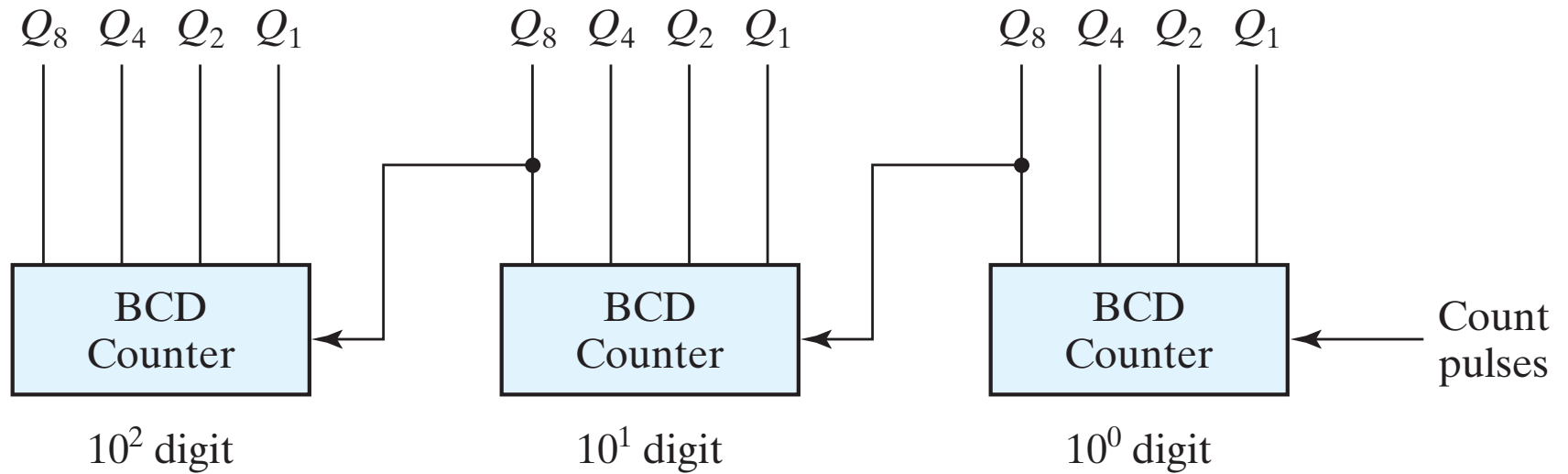
down counter

# BCD Ripple Counter

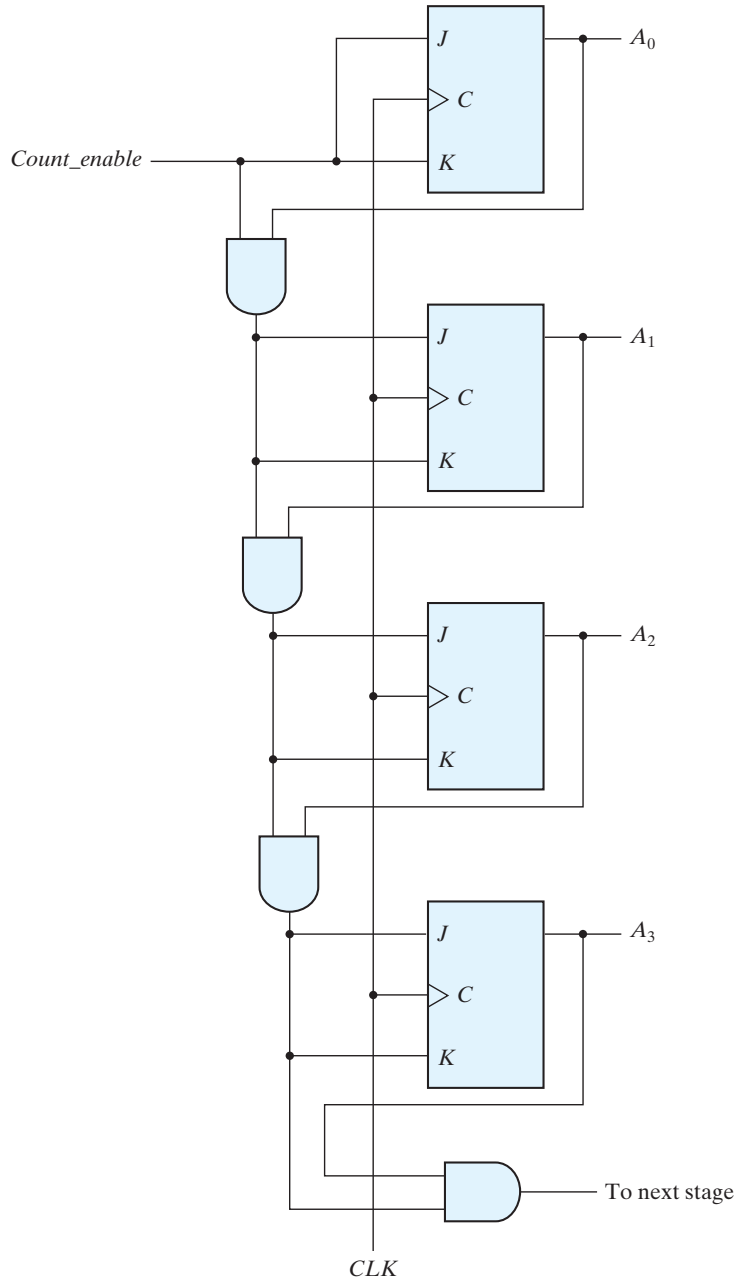
- جلوگیری از شمارش اعداد بزرگ‌تر از آخرین عدد مورد نظر  
 $(10)_{\text{decimal}} = 1010 \quad \blacklozenge$



# Three-Decade BCD Counter



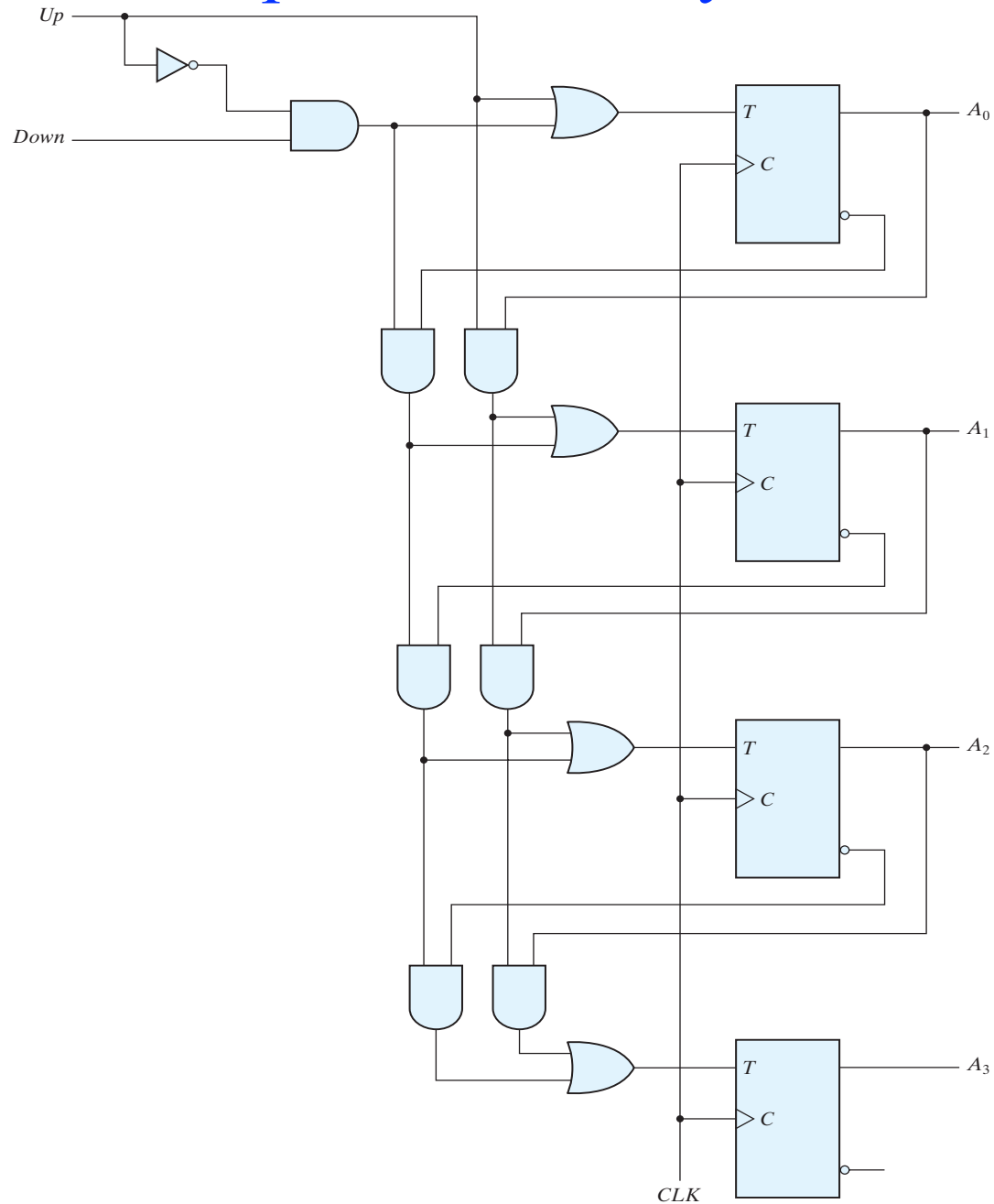
## شمارنده‌های همگام (Synchronous Counters)



- تمام FFها همزمان تغییر می کنند، نه به طور متوالی.
- FF اول: در هر پالس تغییر می کند،
- سایر FFها: اگر تمام بیت های قبلی "1" باشند، در پالس بعد تغییر می کنند.



# 4-Bit Up-Down Binary Counter



# BCD Counter

Present State				Next State				Output	Flip-Flop Inputs			
$Q_8$	$Q_4$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_8$	$Q_4$	$Q_2$	$Q_1$	$y$	$TQ_8$	$TQ_4$	$TQ_2$	$TQ_1$
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1

$$T_{Q1} = 1$$

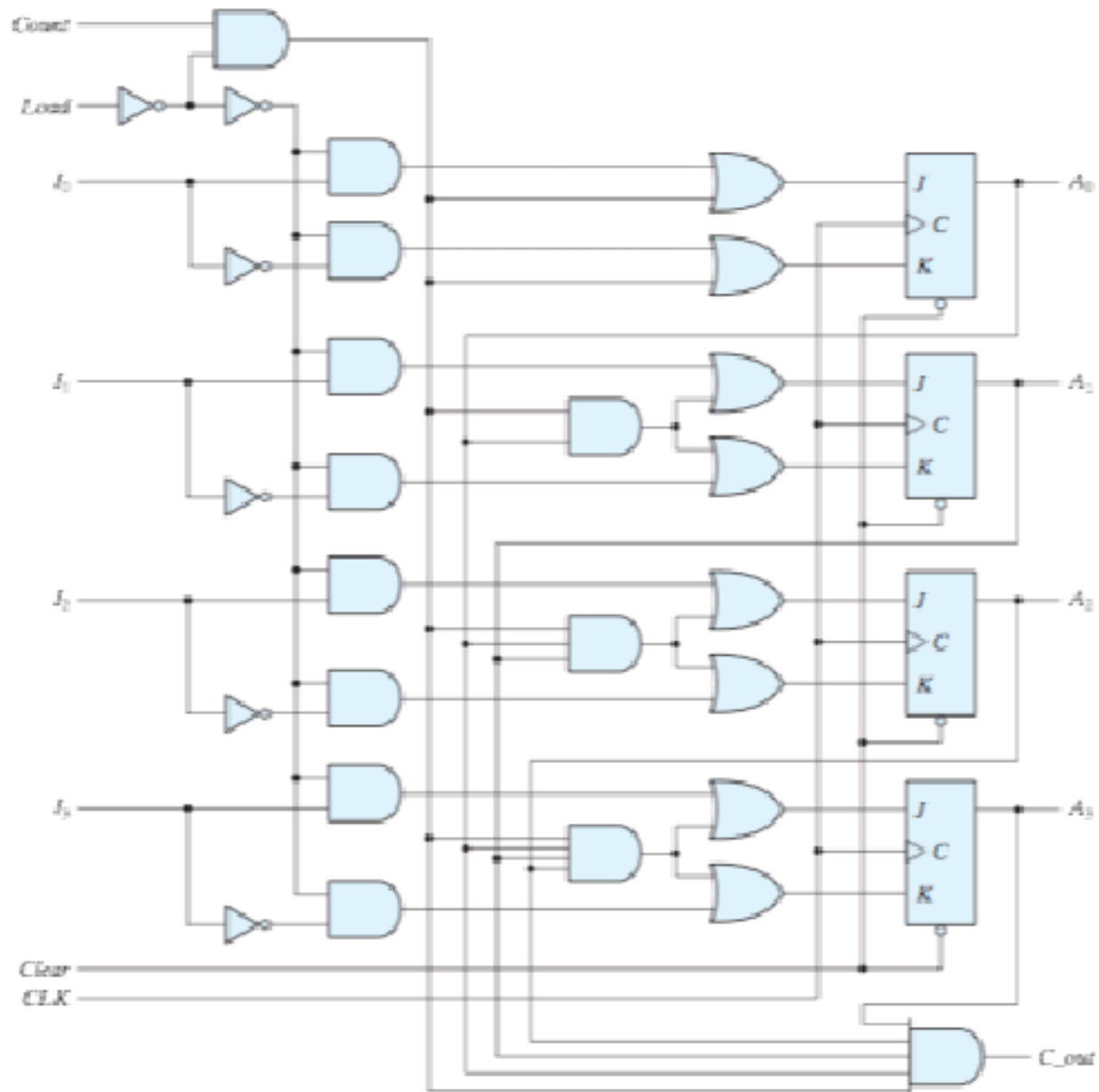
$$T_{Q2} = Q_8'Q_1$$

$$T_{Q4} = Q_2Q_1$$

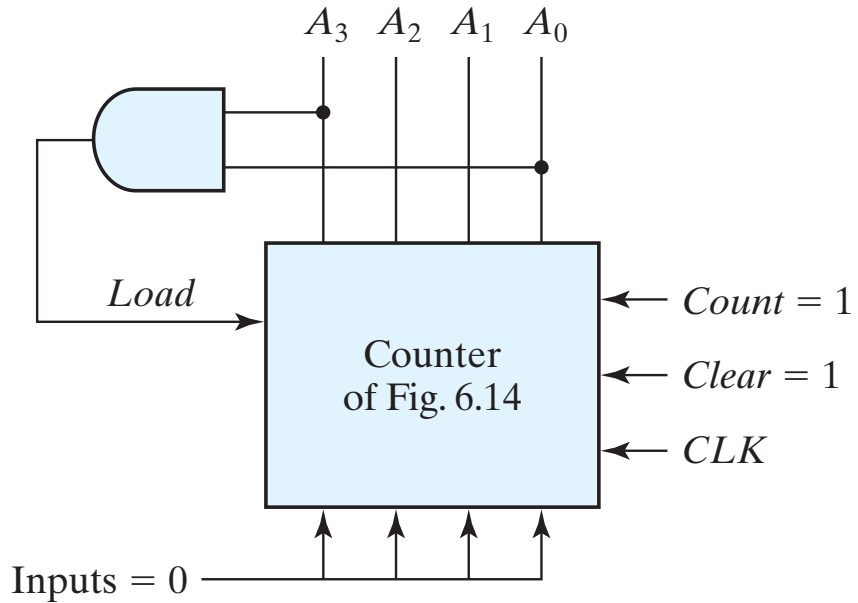
$$T_{Q8} = Q_8Q_1 + Q_4Q_2Q_1$$

$$y = Q_8Q_1$$

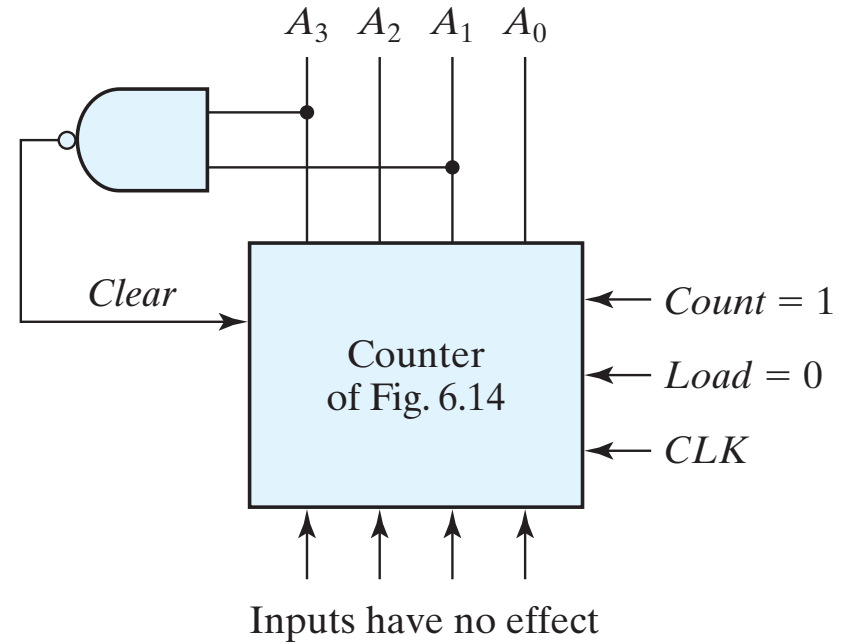
# Four-Bit Binary Counter with Parallel Load



# Synchronous BCD Counter

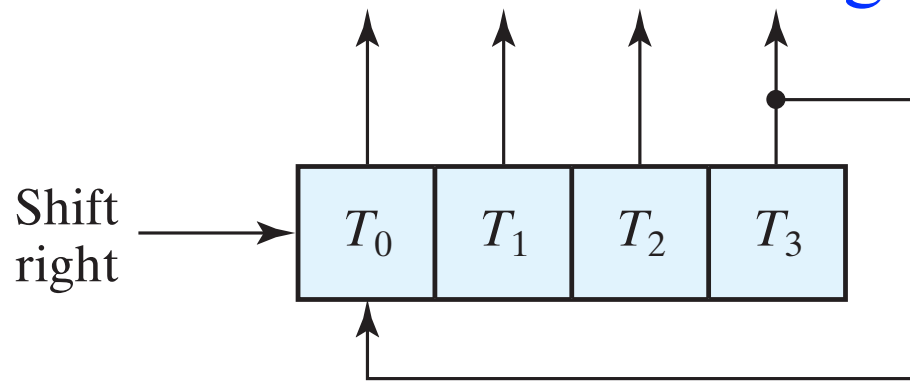


(a) Using the load input

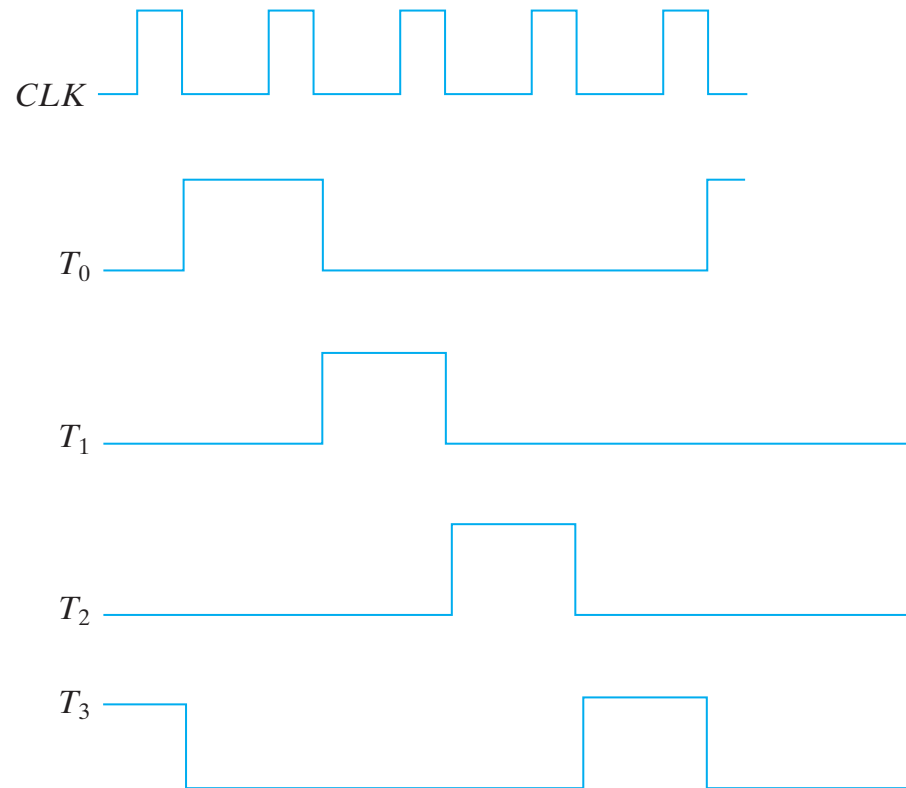
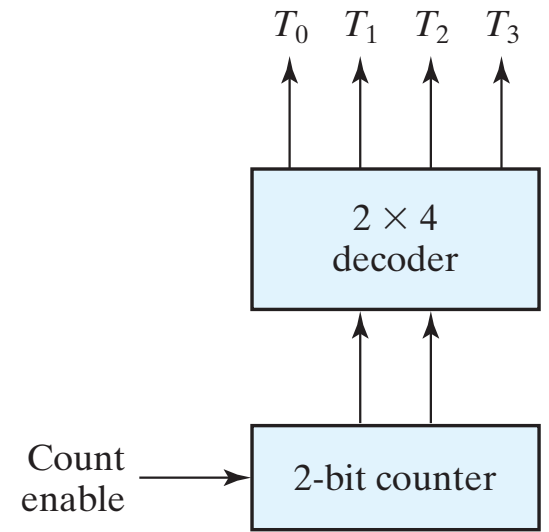


(b) Using the clear input

# Ring Counter



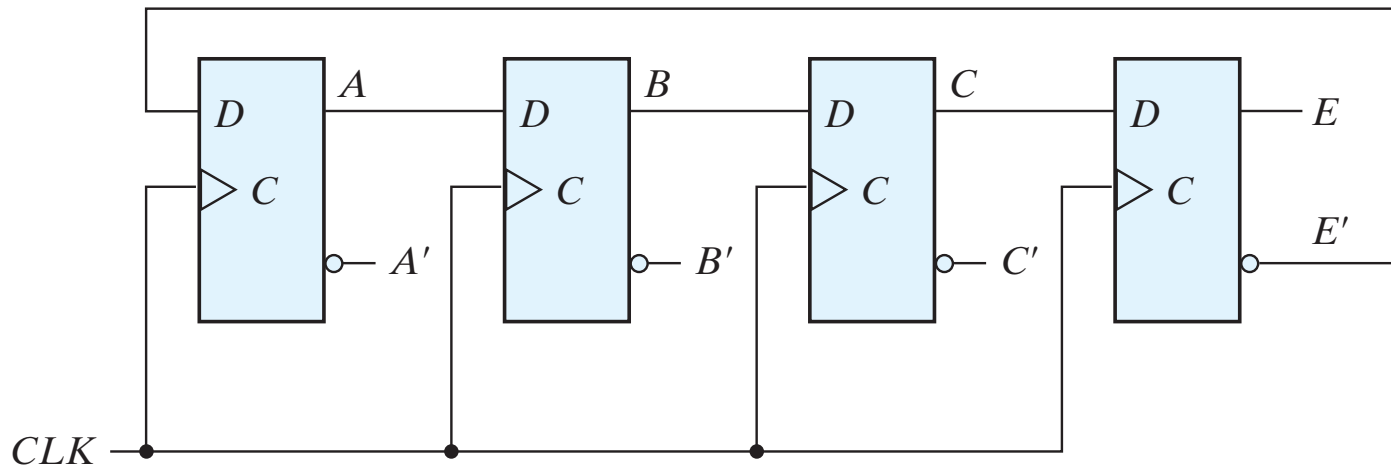
(a) Ring-counter (initial value = 1000)



(b) Sequence of four timing signals

# Four-bit Johnson (Switch-tail Ring) Counter

• با  $k$  عدد FF،  $2k$  حالت ایجاد می کند.



Sequence number	Flip-flop outputs				AND gate required for output
	A	B	C	E	
1	0	0	0	0	$A'E'$
2	1	0	0	0	$AB'$
3	1	1	0	0	$BC'$
4	1	1	1	0	$CE'$
5	1	1	1	1	$AE$
6	0	1	1	1	$A'B$
7	0	0	1	1	$B'C$
8	0	0	0	1	$C'E$